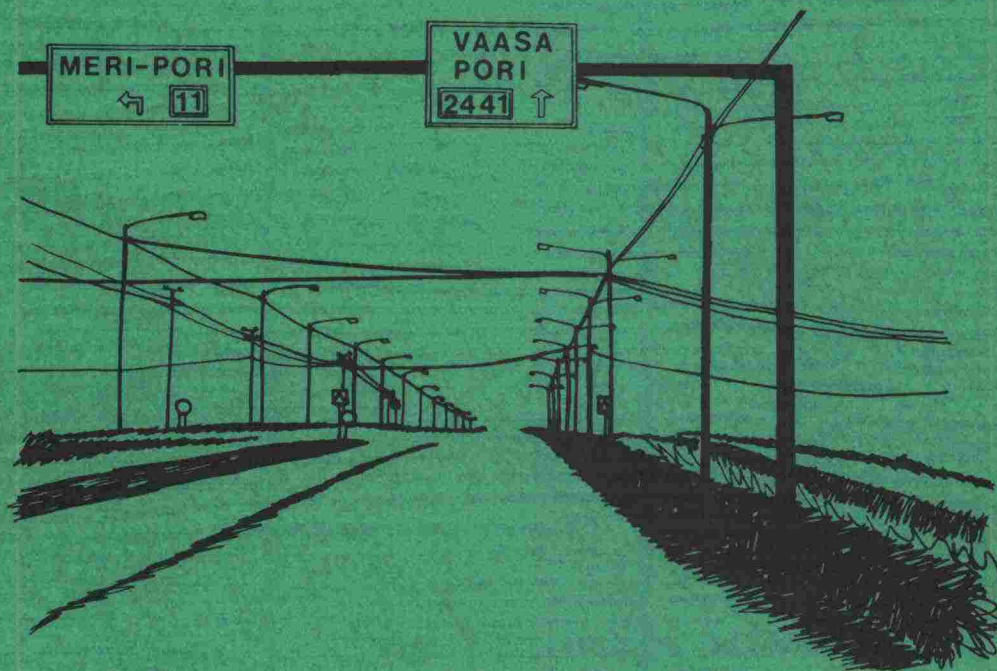


ERIKOISKULJETUKSET

PÄÄTEILLÄ OLEVAT KORKEUSES- TEET JA NIIDEN VÄHENTÄMINEN



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
KÄYTTÖOSASTO, LIIKENNETOIMISTO

INSINÖÖRITOIMISTO MAA JA VESI OY
INSINÖÖRITOIMISTO Y-SUUNNITTELU

TVH 741978

HELSINKI 31.12.1979

08

71E-



80 184

ERIKOISKULJETUKSET

PÄÄTEILLÄ OLEVAT KORKEUSESTEET
JA NIIDEN VÄHENTÄMINEN

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
KÄYTTÖOSASTO, LIIKENNETOIMISTO

INSINÖÖRITOIMISTO MAA JA VESI OY

INSINÖÖRITOIMISTO Y-SUUNNITTELU

ALKUSANAT

Erikoiskuljetuksia koskevissa selvityksissä niiden taloudellinen merkitys on todettu hyvin huomattavaksi. Monessa tapauksessa ilmeisesti olisi taloudellisesti kannattavaa poistaa pysyvästi erikoiskuljetusten esteitä näitten kuljetusten kannalta merkittävillä reiteillä.

Tällaisten reittien selville saamiseksi tie- ja vesirakennushallitus käynnisti vuoden 1979 alussa päätieverkkoa koskevan selvityksen erikoiskuljetusten korkeusesteistä sekä niiden vähentämisen kustannuksista ja kannattavuudesta eri tieosuuksilla.

Selvityksen on laatinut työryhmä, jonka puheenjohtajana on toiminut toimistoinsinööri Mikko Ojajärvi TVH:n liikennetoimistosta sekä jäsenenä maisteri Jukka Rinne Teollisuuden Keskusliitosta, dipl.ins. Seppo Ryynänen Insinööritoimisto Y-Suunnittelusta ja dipl.ins. Esko Ojanperä Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy:stä. Kaksi viimeksimainittua ovat toimineet työryhmän sihteereinä. Johtojen nostokustannusten osalta työryhmä on ollut yhteydessä posti- ja lennätinhallitukseen, Suomen Sähkölaitosyhdistykseen ja Puhelinlaitosten Liittoon. Kenttäinventoinnit ja muun käytännön selvitystyön on tehnyt Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy Etelä-Suomen osalta sekä Insinööritoimisto Y-Suunnittelu Keski- ja Pohjois-Suomen osalta.

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

0	YHTEENVETO	
	SUMMARY	
1	JOHDANTO	3
1.1	Erikoiskuljetukset ja niitä koskeneet selvitykset	3
1.2	Erikoiskuljetusten määrät ja ominaisuudet	3
1.3	Erikoiskuljetusten taloudellinen merkitys	4
1.4	Korkeusesteiden asettamat rajoitukset	4
1.5	Erikoiskuljetukset Tampereen seudulla	5
1.6	TVL:n johtoryhmän päätös	5
2	NYKYTILANNE	6
2.1	Tien yläpuolella olevien rakenteiden korkeutta koskevat määräykset ja ohjeet	6
2.11	Valtioneuvoston ohjeet	6
2.12	Liikennemerkkiportaalien tyyppipiirustukset	6
2.13	Puhelin- ja sähköjohtoja koskevat määräykset	6
2.2	Tien yläpuolella olevien rakenteiden huomioon ottaminen ylikorkeita kuljetuksia suoritettaessa	7
2.21	Varmuusavara	7
2.22	Johtojen alittaminen ja turvaetäisyydet	7
2.23	Sähköradan tasoristeykset	8
2.24	Kuljetuslupaehdot	9
2.3	Tutkittu tieverkko	9
2.31	Yleistä	9
2.32	Etelä-Suomi	9
2.33	Keski- ja Pohjois-Suomi	12
2.4	Nykytilanteen inventointi	13
2.41	Inventoinnin suoritus	13
2.42	Vallitseva vapaa tila tieosittain	13
2.43	Estetiheys eri tieosilla	15
2.44	Esteiden korkeusjakautuma	18
2.45	Tieosittainen selostus	19
3	KORKEUSESTEIDEN POISTAMISTAVAT	26
3.1	Esteiden poistaminen kokonaan	26
3.2	Kiertomahdollisuuden järjestäminen	26
3.3	Esteiden nostaminen ylemmäksi	27
4	ESTEIDEN POISTAMISEN VAIKUTUKSET	30
4.1	Laskentaperusteet	30
4.11	Laskennan tavoite	30
4.12	Yksikkökustannusten määrittäminen	30

	Sivu
4.13 Yksikkökustannukset	31
4.14 Laskentamenetelmä	33
4.2 Kuljetusmäärät	35
4.3 Säästöt	37
4.4 Investointikustannukset	38
4.5 Kustannusten ja säästöjen vertailu	43
5 SELVITYKSEN LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI	47
5.1 Estetiedot	47
5.2 Kuljetusmäärät	47
5.3 Esteiden poistamiskustannukset	48
5.4 Kuljetuksille aiheutuvat haitat	48
5.5 Esteiden poistamisen kannattavuus	48
6 SUOSITUS JATKOTOIMENPITEIKSI	50
LIITTEET	

Nykytilanteessa alhaalla olevat johdot ja portaalit tai siltojen matalat alikulkukorkeudet vaikeuttavat ylikorkeiden kuljetusten suorittamista tai kokonaan estävät ne. Tämän selvityksen tarkoituksena oli inventoida päätieverkolla erikoiskuljetusten korkeusesteet ja arvioida niiden vähentämisen kannattavuutta eri tieosuuksilla.

Tarkasteltavana olivat ylikorkeiden kuljetusten kannalta tärkeimmät valta-, kanta- ja satamatiet sekä kaupunkien läpikulkureitit. Varsinkin Keski- ja Pohjois-Suomessa jouduttiin selvityksen ulkopuolelle kuitenkin jättämään eräitä erikoiskuljetusten kannalta tärkeitä yhteyksiä. Tutkittavia korkeusesteitä olivat puhelinjohdot, haruslangat, portaalit sekä muut esiintyvät korkeusesteet (mm. putket). Alikulkusiltojen ja eräissä tapauksissa myös portaalien ohittamiseksi tutkittiin mahdollisia kiertoteitä.

Tutkittujen teiden yläpuolella oli kaikkiaan noin 16.000 estettä 4700 kilometrin matkalla, joten keskimääräinen estetiheys on 3,4 estettä/km. Etelä-Suomessa estetiheys on keskimäärin noin 20 % suurempi kuin Keski- ja Pohjois-Suomessa. Tieosittain suurimmat tiheydet ovat pääkaupunkiseudulla ja eräitten muitten kaupunkien läpikulkureiteillä.

Esteiden lukumäärä kasvaa ylöspäin mentäessä noin 6 metrin tasolle asti, jonka jälkeen se tasaisesti laskee. Alle 7 m korkeudella oli koko tutkitulla tieverkolla noin 7900 estettä, joten näitten keskimääräinen tiheys on 1,7 kpl/km. Alimmat esteet ovat pääasiassa siltoja, puhelinjohtoja ja pienjännitekaapeleita.

Selvityksessä on tarkasteltu myös korkeusesteiden erilaisia poistamistapoja. Laskelmia varten on arvioitu koko päätieverkolla keskimääräiset yksikkökustannukset eri estetyyppien tilapäiselle ja pysyväälle poistolle. Tilapäisen poiston yksikkökustannukset vaihtelevat estetyypin mukaan yleensä 0...1000 mk. Pysyvän poiston yksikkökustannuksen on arvioitu olevan yleensä johdoilla 2000 mk ja portaaleilla 6500 mk.

Pysyvästä nostosta arvioitujen säästöjen ja investointikustannusten perusteella on saatu teoreettiset hyötysuhdeluvut eli ns. vertailuluvut, jotka lähinnä ilmaisevat eri tieosuuksien parantamisen keskinäistä edullisuusjärjestystä. Vapaan alikulkukorkeuden tasolla 6,5 m ovat esteitten pysyvän noston vertailuluvut edullisimmilla tieosilla yli 20. Vertailulukua on jäänyt alle 1 tutkituista tieosista ainoastaan yhdellä reitillä. Puolen metrin lisänoston (6,5 metrillä 7,0 metriin) vertailuluvut ovat vielä useilla tieosilla välillä 3...10.

Tieosittaisen tärkeysjärjestyksen pohjalta on laadittu ehdotus parannettavaksi erikoiskuljetusverkoksi, joka on jaettu kahteen toteuttamisvaiheeseen. I vaiheen

verkkoa muodostettaessa on tärkeysjärjestyksen lisäksi otettu huomioon tarkoituksenmukaiset reittikokonaisuudet ja investointikustannukset. Periaatteessa verkko esitetään parannettavaksi 6,5 m vapaan alikulkukorkeuden tasolle. Varsinkin Etelä-Suomessa monet tieosuudet kannattaa kuitenkin parantaa 7,0 m tasolle asti.

I toteuttamisvaihe käsittää 2710 km, sen kustannusarvio on 7,4 milj.mk ja kustannukset/100 km noin 274.000 mk. Tämän verkon parantamisella arvioidaan kertyvän kuljetuksille ensimmäisenä vuonna säästöjä noin 3,6 milj.mk. II toteuttamisvaiheeseen sisältyy 1790 km, sen kustannusarvio on 4,8 milj.mk ja kustannukset/100 km ovat noin 268.000 mk. II vaiheen toteuttamisella arvioidaan ensimmäisenä vuonna saatavan kuljetuksille säästöjä noin 1,8 milj.mk.

Ensimmäiseen toteuttamisvaiheeseen kuuluisivat mm. yhteydet Helsinki-Turku-Oulu, Helsinki-Jyväskylä-Kokkola, Helsinki-Lahti-Varkaus, Helsinki-Pori, Pori-Tampere-Imatra, Hanko-Hyvinkää ja Kehä III pääkaupunkiseudulla.

Jatkotoimenpiteenä suositellaan inventoitavaksi ne erikoiskuljetusten kannalta tärkeät tieosuudet, jotka ovat jääneet tämän tutkimuksen ulkopuolelle.

Korkeusesteiden poisto-operaatiot suositellaan tehtäväksi suurina kokonaisuuksina tieosittain. Toimenpiteet tulee suunnitella yhteistoimin eri laitosten kesken ja koordinoida huolellisesti. Erityistä huomiota tulee kiinnittää työtapojen ja apuvälineiden kehittämiseen.

Pikaisesti tulisi uusia määräykset, joilla edellytettiin uudet johdot ja laitteet sijoitettavaksi valtakunnallisesti tärkeillä väylillä niin korkealle, että vapaaksi alikulkukorkeudeksi jää 6,5...7,0 m.

Uusissa tie- ja siltajärjestelyissä tulisi ottaa huomioon ylikorkeiden kuljetusten vaatimukset esim. vertailtaessa keskenään yli- ja alikulkuvaihtoehtoja. Tien kulkiessa sähköistetyn radan poikki tulisi, jos suinkin mahdollista johtaa tie radan yli sillalla. Mikäli siltaa ei voida rakentaa, tulisi selvittää yhteistoimin VR:n kanssa niitä teknisiä ratkaisuja, joilla voidaan helpottaa korkean esineen kuljetusta radan poikki tie-tyissä pisteissä.

Kuljetusten suorittajien ja tuotantolaitosten kannalta olisi tärkeää, että tiedotustoimintaa vapaista alikulkukorkeuksista ja käytettävistä kiertoreiteistä lisättäisiin. Tämä helpottaisi tuotesuunnittelua ja kuljetusten valmistelua. Voitaisiin harkita esim. vuosittain uudistettavien karttojen julkaisemista piireittäin.

SUMMARY

In the present situation low cables and gantries or low vertical clearances of bridges make exceptionally high transports very difficult, or even completely prevent them. The aim of this study was to list all height obstacles to exceptional transports on main roads and to consider the advantages of reducing the number of obstacles on various roads.

The study involved I and II class main roads, port roads and city through roads which were vital to exceptional transports. However, some important connections had to be omitted, particularly in Central and Northern Finland. Height obstacles like telephone cables, stay wires, gantries and other occurring obstacles (e.g. pipes) were studied. Possible diversions to avoid underpasses, and sometimes also gantries, were examined.

Some 16 000 height obstacles were found over a distance of 4 700 km, which equals an average obstacle rate of 3,4 obstacles/km. The rate is on average 20 % higher in Southern Finland than in both Central and Northern Finland. The highest roadwise rates are found in the capital region and on the through roads of some other cities.

The number of obstacles was found to increase up to 6 m height, after which point it begins to drop steadily. Taking into account all the roads included in the study, some 7 900 obstacles were found below a vertical clearance of 7,0 m; thus their average rate was 1,7 obst./km. The lowest obstacles were mainly bridges, telephone cables and L.T. cables.

Various ways of removing height obstacles were also investigated. Estimates were made of the average unit costs of temporary or permanent removals of different obstacle types on main roads. The unit costs of temporary removal usually vary between 0-1000 FIM for different obstacle types. The unit costs of permanent removal have been estimated at 2000 FIM for cables and 6500 FIM for gantries.

Estimated savings and investment costs of permanent elevations gave some theoretical utility values, or comparison figures, which indicate in the first place the mutual order of advantage of roadwise improvements. Vertical clearances of 6,5 m gave comparison figures above 20 for permanent elevations on the most advantageous road sections. Only one route had a value below 1. The figures for an elevation of 0,5 m (from 6,5 to 7,0 m) still vary between 3-10 on several roads.

By placing the road sections into order of priority, it has been possible to prepare a proposal for a better network from the viewpoint of exceptional transports. It will be implemented in two stages. Stage I takes into account the order of priority as well as a functional system of routes and investment costs. In principle, the proposal is to improve the network by bringing the vertical clearance up to 6,5 m. But many road sections, particularly in Southern Finland, should preferably be improved by elevations up to 7,0 m.

Stage I covers 2 710 km of road; cost estimate stands at 7,4 mill. FIM and the costs/100 at some 274.000 FIM. The improvement of the network is estimated to produce transport savings of some 3,6 mill.FIM in the first year. Stage II covers 1 790 km, the cost estimate being 4,8 mill. FIM and the costs/100 km some 268 000 FIM. Stage II is expected to produce transport savings of some 1,8 mill. FIM in the first year.

Stage I involves the connections Helsinki-Turku-Oulu, Helsinki-Jyväskylä-Kokkola, Helsinki-Lahti-Varkaus, Helsinki-Pori, Pori-Tampere-Imatra, Hanko-Hyvinkää and Ring road III in the capital region.

The work could be continued by an inventory of such important road sections to exceptional transports as were omitted from this study.

The removal operations should preferably be undertaken in larger groups by road sections. The operations should further be planned in cooperation with other bodies and carefully coordinated, with special attention to the improvement of working methods and auxiliary devices.

Speedy renewal is needed of such regulations whereby new cables and appliances on nationally important roads must be placed at a height that will allow a vertical clearance of 6,5-7,0 m.

Plans for new road and bridge arrangements should take into account the demands of exceptional transports, for instance when comparing alternative under- or overpasses. Whenever a road crosses an electric railway, it should - if possible - be built as an overpass. If a bridge is out of the question, the Finnish State Railways should be called in to help work out a technical solution whereby the transport of a high object across a railway could be arranged at certain points.

More information on overhead clearances and available diversions is vital to haulage firms and factories. This would simplify product planning and haulage preparations. One possibility would be to issue annually updated road maps for each district.

1.1 Erikoiskuljetukset ja niitä koskeneet selvitykset

Ajoneuvojen suurimmista mitoista ja painoista on säädetty moottoriajoneuvoasetuksessa. Sen mukaan on suurin korkeus 4,0 m ja leveys 2,5 m. Varsinaisen perävaunun ja kuorma-auton enimmäispituus on vastaavasti 22,0 m, kokonaispaino 42 tonnia, akselipaino 10,0 tonnia ja telipaino 16,0 tonnia.

Perustelluista syistä voidaan tietyin edellytyksin saada lupa em. mittojen ja painojen ylittämiseen, jolloin on kysymyksessä erikoiskuljetus. Viime vuosina erikoiskuljetusten tarve onkin voimakkaasti lisääntynyt elinkeinoelämän tuotantomenetelmien kehityksen vuoksi. Yhä useammin joudutaan teitä pitkin kuljettamaan suuria koneita ja laitteita, joita ei voida tai kannata kuljettaa osina tai muita kuljetustapoja käyttäen.

Erikoiskuljetuksien tarpeen ja määrän lisääntyessä on TVH:ssa suoritettu useita asiaa käsitteleviä tutkimuksia ja selvityksiä viime vuosina. Laadituista julkaisuista voidaan nimetä mm:

- Tutkimus maanteiden ylisuurista ja ylliraskaista erikoiskuljetuksista v. 1971 (julkaistu 1973)
 - Ylisuuret ja ylliraskaat erikoiskuljetukset maanteillä (huhtikuu 1974)
 - Tutkimus yleisillä teillä v. 1976 suoritetuista ylisuurista ja ylliraskaista kuljetuksista (TVH 74 2015)
 - Erikoiskuljetusten taloudellinen merkitys (TVH 74 2009)
 - Kuljetuslupan hakeminen ja kuljetusten suorittaminen (TVH 74 2012)
 - Toimintaperiaatteet kuljetuslupahakemusten käsittelyssä (TVH 74 2011)
 - Tutkimus erikoiskuljetusten osuudesta kuolemaan johtaneissa tieliikenneonnettomuuksissa v. 1970-1976 (TVH 74 2002)
- Tampereen Kauppakamarin, TVL:n ja Tampereen Teknillisen Korkeakoulun yhteistoimin on laadittu tutkimus "Erikoiskuljetukset Tampereen seudulla" 19.10.1978.

1.2 Erikoiskuljetusten määrät ja ominaisuudet

Vuosittain myönnetään tielaitoksessa noin 8000 erikoiskuljetuslupaa, joilla suoritetaan noin 200 000 erikoiskuljetusta. Alueellinen määrrien vaihtelu noudattaa likimain muun liikenteen määrän vaihteluja.

Suurin osa erikoiskuljetuksista ylittää vain vähän asetuksessa mainitut mitat ja painot, eikä näillä kuljetuksilla ole siten suurta haittavaikutusta tiestölle tai muulle liikenteelle. Yleisimpiä erikoiskuljetuksina siirrettyjä esineitä ovat maansiirtokoneet, betonielementit, autonosturit ja erilaiset metalliteollisuustuotteet.

Asetuksen sallimista arvoista ylitetään useimmin luvissa (85 %) leveysraja 2,5 m, mutta myös sallittu korkeus 4,0 m ylitetään noin puolessa luvista. Painorajoja ylitetään harvemmin.

Ylikorkeina kuljetuksina siirretään suurimmaksi osaksi metalliteollisuustuotteita, kuten koneenosia, metallirakenteita, kattiloita, säiliöitä ym. Lisäksi ylikorkeissa kuljetuksissa esiintyy veneitä, puurakenteita sekä tarkemmin määrittelemättömiä esineitä.

Erikoiskuljetusten tärkeimpinä päätepisteinä ovat suuret teollisuuspaikkakunnat, mutta myös maaseudun tieverkolla on erikoiskuljetustarvetta esim. maansiirtokoneiden kuljetuksissa. Osa erikoiskuljetuksista suuntautuu ulkomaille joko rajanylityspaikoilla tai satamien kautta laivayhteyksin.

1.3 Erikoiskuljetusten taloudellinen merkitys

Maahamme on rakennettu viime vuosikymmeninä arvokas ja hyvä tieverkko, jonka hyödyntämisestä on osaltaan kyse erikoiskuljetuksia suoritettaessa. Usein ei olekaan käytettävissä muita kuljetustapavaihtoehtoja tietyn kuljetustarpeen hoitamiseksi.

Erikoiskuljetuksina siirrettyjen tuotteiden arvo on yleensä vaihdellut kuljetusta kohden v. 1976 seuraavasti:

- metalliteoll.tuotteet 80.000 - 600.000 mk
- rakennusteoll.tuotteet 7.000 - 30.000 mk
- rakennuskoneet 800.000 - 2.000.000 mk

Yksittäistapauksissa saattaa kuljetettavan esineen arvo olla jopa 50 milj. mk.

Erikoiskuljetusten suoritusmahdollisuus on erittäin tärkeää mm. monille metalliteollisuuden vientituotteille, koska tuotteen kokoaminen pienemmistä osista määräpaikassa voi nostaa tuotteen hintaa useita kymmeniä prosentteja. Tällöin tuote ei olisi enää kilpailukykyinen. Myös kotimaassa osista kokoaminen määräpaikassa voi tulla erittäin kalliiksi, kun joudutaan tilapäisesti kuljettamaan toiselle paikkakunnalle erikoiskoneita ja henkilökuntaa. Lisäksi aikatauluviivytyksissä syntyy korkotappioita tuotteen valmistumisen viivästyessä.

1.4 Korkeusesteiden asettamat rajoitukset

Erikoiskuljetusten tarvitsema tila loppuu yleensä ensimmäiseksi korkeussuunnassa, sillä nykyisellä päätieverkolla sivutila yleensä riittää. Leveiden kuljetusten yhteydessä voidaan tarvittaessa tilapäisesti sulkea vastaantuleva kaista, jolloin leveyttä on yleensä käytettävissä noin 10 m.

Teiden yläpuoliset rakenteet sensijaan voivat olla jopa 4,6 ... 5,0 metrin etäisyydellä tien pinnasta. Kuljetettava esine on yleensä kuljetusalustan päällä, jolloin se on koholla tien pinnasta 0,5 ... 1,0 m. Tämä määrä menee tavallaan hukkaan muutoinkin niukasta korkeustilasta, eli käytettävää hyötytilaa esineelle jää enintään 3,5 ... 4,0 m. Mikäli kuljetettava kappale on poikkipinnaltaan pyöreä, ei kuljetusasennon vaihtamisellakaan voida parantaa korkeustilan puutetta.

Tien yläpuolella kuljetuksia rajoittavista esteistä voidaan mainita tien yli kulkevat sillat, liikennemerkkipor-
taalit ja -vaijerit, sähkö- ja puhelinjohdot ja harukset.

Useissa tapauksissa korkeusesteet voidaan ohittaa kier-
tämällä toista tietä tai alittaa esim. nostamalla johtoja
tilapäisesti ja katkaisemalla niistä jännite. Näistä toi-
menpiteistä aiheutuu kuitenkin runsaasti haittaa ja lisä-
kustannuksia kuljetuksille. Erikoiskuljetusten jarruttaessa
sekä pysähtyessä esteiden kohdalla syntyy häiriöitä ja ris-
kitilanteita myös muulle liikenteelle.

1.5 Erikoiskuljetukset Tampereen seudulla

Tampereen Kauppakamarin, TVL:n ja Tampereen Teknillisen
Korkeakoulun yhteistyönä laaditussa tutkimuksessa (19.10.
1978) on tarkasteltu Tampereelta satamiin johtavia erikois-
kuljetusreittejä sekä erityisesti korkeustilakysymystä.

Tutkimuksen lopputuloksena on suositeltu järjestettäväksi
Tampereelta Poriin erikoiskuljetusreitti, jossa vapaan tilan
arvo olisi pystysuunnassa 6,0 ... 6,5 m tien pinnasta. Kor-
keusesteiden poistamisesta aiheutuvat kustannukset on las-
kettu saatavan säästöinä takaisin alle kolmessa vuodessa.

Tutkimuksen yhteydessä on suositeltu selvitetettäväksi myös
muualla maassa korkeusesteiden poistamisen kannattavuutta.

1.6 TVL:n johtoryhmän päätös

TVL:n johtoryhmä on päättänyt kesäkuussa 1979, että valta-
tiellä n:o 11 välillä Tampere - Pori muodostetaan erikois-
kuljetusreitti, jossa vapaa tila on 6,5 m tien pinnasta
ylöspäin. Tarvittavat johtojen ja laitteiden nostot suo-
ritetaan tielaitoksen kustannuksella.

Samassa yhteydessä on päätetty, että myös muilla erikois-
kuljetusten kannalta tärkeillä reiteillä pyritään 6,5 met-
rin vapaaseen tilaan korkeussuunnassa.

2 NYKYTILANNE

- 2.1 Tien yläpuolella olevien rakenteiden korkeutta koskevat määräykset ja ohjeet

- 2.11 Valtioneuvoston ohjeet

Yleisen tien suunnittelu perustuu Valtioneuvoston antamiin ohjeisiin, joiden lähtökohtana ovat moottoriajoneuvoasetuksen vaatimukset täyttävät normaaliajoneuvot. Moottoriajoneuvoasetuksen mukaan suurin sallittu ajoneuvon korkeus on 4,0 m. Valtioneuvoston päätöksessä n:o 356/1962 on vapaan alikulkukorkeuden ohjearvoksi määritetty 4,6 m. Jos vapaa alikulkukorkeus jää alle 4,6 m, on järjestettävä kiertomahdollisuus.

- 2.12 Liikennemerkkiportaalien tyyppipiirustukset

Liikennemerkkiportaalit ovat ajoradan yläpuolella olevia liikennemerkkejä kannattavia rakenteita. Ne ovat joko puoli- tai kokoportaaletta. Puoliportaalit (ml. ulokeportaalit) ulottuvat yleensä korkeintaan ajoradan keskivivaan saakka, joten ylikorkea kuljetus voi ohittaa ne vastakkaisesta ajosuuntaa palvelevaa ajokaistaa pitkin. Portaalista on olemassa TVH:n tyyppipiirustukset. Niitten mukaan portaalin vaakapuomin on kaikissa tapauksissa oltava vähintään 6,0 m korkeudella ajoradan korkeimmasta kohdasta.

- 2.13 Puhelin- ja sähköjohtoja koskevat määräykset

Puhelinjohtojen vähimmäiskorkeus tien pinnasta puhelinverkkojen rakennemääräysten mukaan on 5,0 m. Tien yli asennetun haruksen vähimmäiskorkeus on 4,6 m. Ohjeissa "Puhelinjohdot ja yleiset tiet" (TVH 2364) suositellaan, että yleisen tien poikittava puhelinjohto tai harus asennettaisiin korkeammalle kuin mitä edellä mainitut vähimmäismitat edellyttävät, mikäli se käy päinsä ilman oleellisia lisäkustannuksia. Tienpidon kannalta toivottava vähimmäiskorkeus on 6,0 m.

Sähköjohtojen vähimmäisetäisyydet liikenneväylän pinnasta on annettu sähköturvallisuusmääräyksissä. Ne on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 1. Ilmajohdon johtimien vähimmäisetäisyys tien tai sitä vastaavan muun liikenneväylän pinnasta

Johdin	Etäisyys m		
	virtajohtimen lämpötilan ollessa +50°C	jääkuorman vaikuttaessa	johdin poikki
Riippujohdin, maadoitusjohdin ja ukkosjohdin	5,50	5,00	-
1 kV avoj. johdin	6,00	5,00	5,00
1...10 kV avoj. johdin	6,12	5,12	5,12
25 kV ratajohdon johdin	5,60	5,60	-
20 kV avoj. johdin	6,22	5,22	5,22
30 kV " "	6,32	5,32	5,32
45 kV " "	6,48	5,48	5,48
110 kV " "	6,90	5,90	5,90
220 kV " "	7,50	6,50	6,50
400 kV " "	9,40	8,40	8,40

Ohjeissa "Sähköjohdot ja yleiset tiet" (TVH 2342) suositellaan yleistä tietä risteävän johtimen tai haruksen asentamista korkeammalle kuin edellä olevan taulukon mukaiset vähimmäismitat edellyttävät, mikäli se käy päinssä ilman huomattavia lisäkustannuksia. Tienpidon ja ylikorkeiden kuljetusten kannalta toivottava vähimmäiskorkeus em. ohjeiden mukaan valta- ja kantateillä on avojohdoilla 6 m + sähköturvallisuusmääräysten mukainen vähimmäisetäisyys sekä riippujohdoilla 6 m. Ilmajohdon sijoittamisesta tiealueen yläpuolelle on tehtävä ilmoitus TVL:n piirikonttorille käyttäen tähän tarkoitukseen laadittua lomaketta.

2.2 Tien yläpuolella olevien rakenteiden huomioon ottaminen ylikorkeita kuljetuksia suoritettaessa

2.21 Varmuusvara

Kuljetusluvasta päätettäessä otetaan huomioon varmuusvara, joka tarvitaan ajoneuvon mahdollisen kallistumisen, pystysuunnassa tapahtuvan liikkumisen ja ajoradalla olevan lumen takia. Vapaan tilan tulee yleensä olla vähintään 20 - 30 cm kuorman laadusta riippuen, mikäli kuljetus tapahtuu ilman valvontaa.

2.22 Johtojen alittaminen ja turvaetäisyydet

Tien yläpuolisia johtoja alitettaessa on puhelinjohtojen osalta pidettävä huolta siitä, että kuljetus ei tartu johtoihin. Sähköjohtoja alitettaessa on kuljetuksen suorit-

tamiseen osallistuvan henkilökunnan turvallisuuden vuoksi pidettävä huolta siitä, että kuljetuksen lähimmäksi jännitteistä johtoa tulevan osan etäisyys johtoon on vähintään taulukossa mainitun turvaetäisyyden suuruinen. Jos turvaetäisyys tulisi kuljetuksen aikana alitetuksi, on otettava yhteys sähkölaitokseen johdon tekemiseksi jännitteettömäksi tai mahdollisesti nostamiseksi tai katkaisemiseksi. Sähköturvallisuusmääräykset ovat uusittavana mm. turvaetäisyyksien osalta. Taulukossa 2 on esitetty sekä nykyiset että uuden esityksen mukaiset turvaetäisyydet. Koska uusien määräysten käsittelyssä ei ole esiintynyt erimielisyyksiä uusista turvaetäisyyksistä, on tässä selvituksessa jo käytetty uusia mittoja.

Taulukko 2. Liikkuvan tai siirrettävän koneen työskentelyalueen vähimmäisetäisyys ja vähimmäisetäisyydet kuljetuksissa avojohdon paljaasta jännitteisenä olevasta osasta. Sulkeissa oleva arvo tarkoittaa etäisyyttä työskentelyalueen yläpuolella.

Nimellis- jännite kV	Työsk. alueen vähimm. et. m	Vähimmäisetäisyys kuljetuksissa m	
		nykyinen	uusi esitys
<0,5	2 (2)	0,5	0,5
0,5...20	3 (2)	1,5	1,0
30	3 (2)	1,5	1,0
45	3 (2)	1,5	1,0
110	5 (3)	1,5	1,2
220	5 (4)	2,0	2,0
400	5 (5)	3,5	3,5

Jos kuljetuksen aikana havaitaan jääkuormia johdoissa, on syytä ottaa yhteyttä sähkölaitokseen jääkuorman poistamiseksi teiden yläpuolisista johdoista.

2.23 Sähköradan tasoristeykset

Sähköistetyllä radalla aiheuttavat sähköistyksen kiinteisiin laitteisiin kuuluvat ratajohtorakenteet rajoituksia ylikorkeille kuljetuksille. Suurin sallittu alikulkukorkeus sähköradan tasoristeyksissä ratajohdon ollessa jännitteinen on 4,5 m (kiskon selästä mitattuna). Tällöin on noudatettava Sähköturvallisuusmääräyksiä (STM) ottaen huomioon, että työskentelyalue rajoittuu henkilöillä 4 m:iin ja kuormalla 4,5 m:iin kiskonselästä mitattuna. Erikoisesti on kiinnitettävä huomiota tien muotoon ylikäytävän kohdalla, jottei tien kaltevuus aiheuta työskentelyalueen rajojen ylitystä.

Jos ratajohto kytketään jännitteettömäksi ja maadoitetaan sekä ryhdytään muihin, mahdollisesti tarvittaviin turvallisuusjärjestelyihin, voidaan erityisluvalla sallia

4,5 m suurempaa alikulkukorkeutta vaativien kuljetusten liikkuminen sähköradan tasoristeyksessä. Tällöin kuljetuksen korkeuden rajoittaa ratajohdon johtimien aiheuttama mekaaninen este.

2.24 Kuljetuslupaehdot

Kuljetuslupaehdojen mukaan kuljetuksen suorittajan tulee huolehtia tien yläpuolella olevien sähkö- ja puhelinjohtojen sekä muiden rakenteiden huomioonottamisesta kuljetuksen aikana ja sopia näiden laitteiden omistajien kanssa kuljetuksen aikana tarvittavista toimenpiteistä. Ennen alikulkua rajoittavaa estettä on tarvittaessa pysähdytävä ja varmistauduttava, että alikulkukorkeus on riittävä. Sähköjohtoja alitettaessa on noudatettava sähköturvalisuuksien määräysten mukaisia suojaetäisyyksiä.

Kuljetuksen suorittajan tulee noudattaa erikoiskuljetusten suorittamisesta tasoristeysten kautta annettuja ohjeita (sisältyvät julkaisuun TVH 742012) ja ohjeiden niin edellyttäessä hankkia tasoristeysten ylittämistä varten tarvittava lupa (mm. sähköradan johtojen alittamiseksi tarvitaan aina lupa kuljetuksen korkeuden ylittäessä 4,5 m).

Kuljetusreitillä olevien liikennemerkkiportaalien mahdollisesta nostamisesta on sovittava hyvissä ajoin ao. tie- ja vesirakennuspiirien kanssa ja nostaminen on suoritettava luvansaajan toimesta ja kustannuksella tie- ja vesirakennuspiirien valvonnassa.

2.3 Tutkittu tieverkko

2.31 Yleistä

Selvityksen kohteeksi otettiin periaatteessa koko maan päätieverkko: valtatiet, kantatiet, tärkeimmät satamatiet ja kaupunkien läpikulkureitit. Työmäärän sopeuttamiseksi käytettävissä oleviin resursseihin päätieverkosta-kin oli kohteeksi valittava vain korkeiden kuljetusten kannalta tärkeimmät tieosuudet. Valinnan pääasiallisena perustana oli vuonna 1976 myönnettyjen yli 4,5 m korkeiden kuljetusten kuljetuslupien jakaantuminen tieverkolla, kun tulokset oli sijoitettu lyhimille päätieverkon reiteille (kuva 1). Tutkimuksen kohteeksi otettu tieverkko on esitetty oheisella kartalla (kuva 2). Pääkaupunkiseudun tutkittu tieverkko on esitetty suuremmassa mittakaavassa kuvassa 3. Helsingin kaupungin katuverkon osalta kaupunki on suorittanut samaan aikaan vastaavanlaista selvitystä.

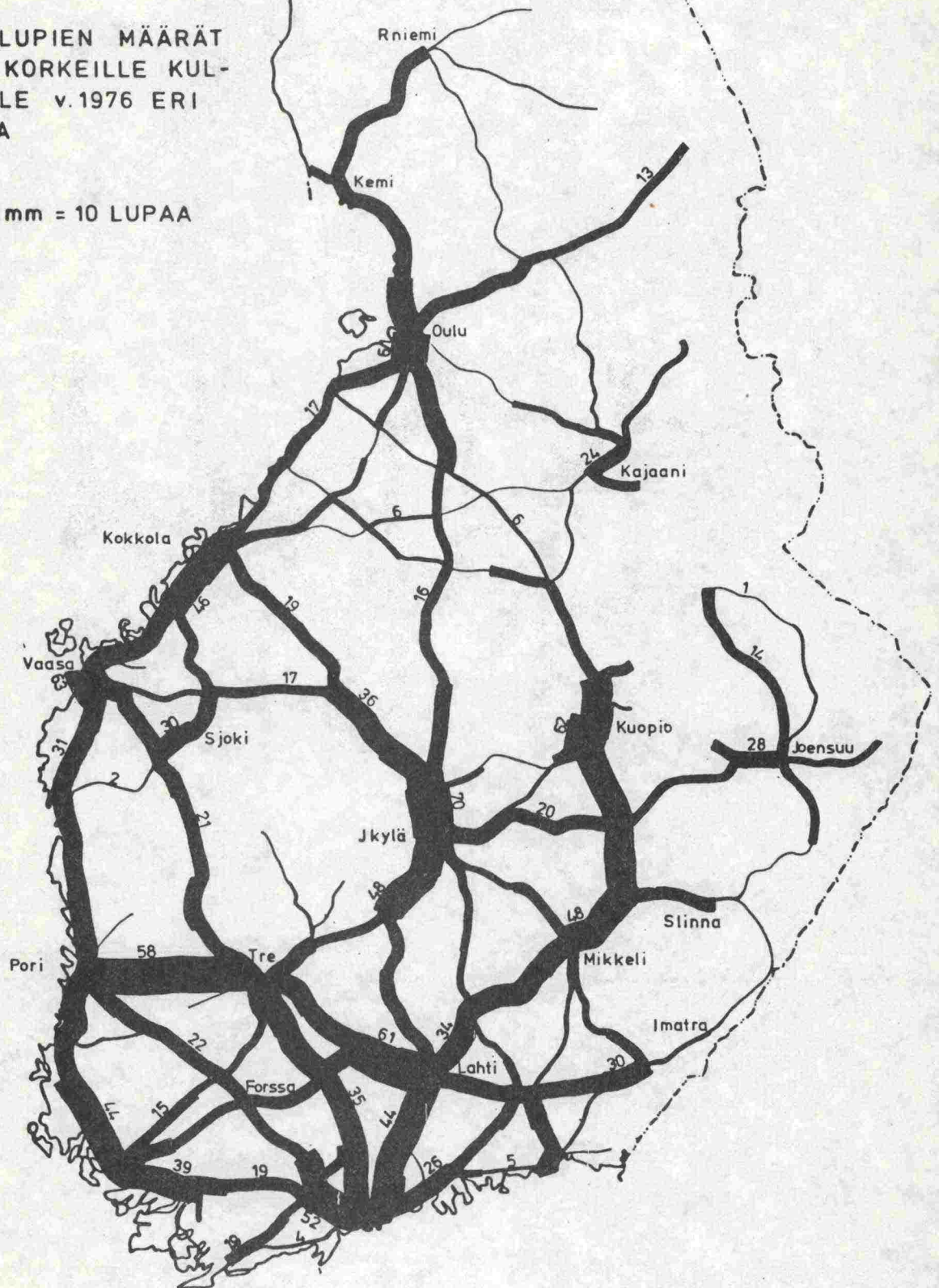
Tutkimukseen otetun erikoiskuljetusten kannalta keskeisen tieverkon lisäksi saattaa kuitenkin olla yksittäisiä tieosia, jotka esim. paikallisesti tai ajoittain ovat tärkeitä ylikorkeille kuljetuksille.

2.32 Etelä-Suomi

Etelä-Suomessa erikoiskuljetusten kannalta tärkeimpinä satamateinä on otettu selvitykseen mukaan Haminan, Kotkan,

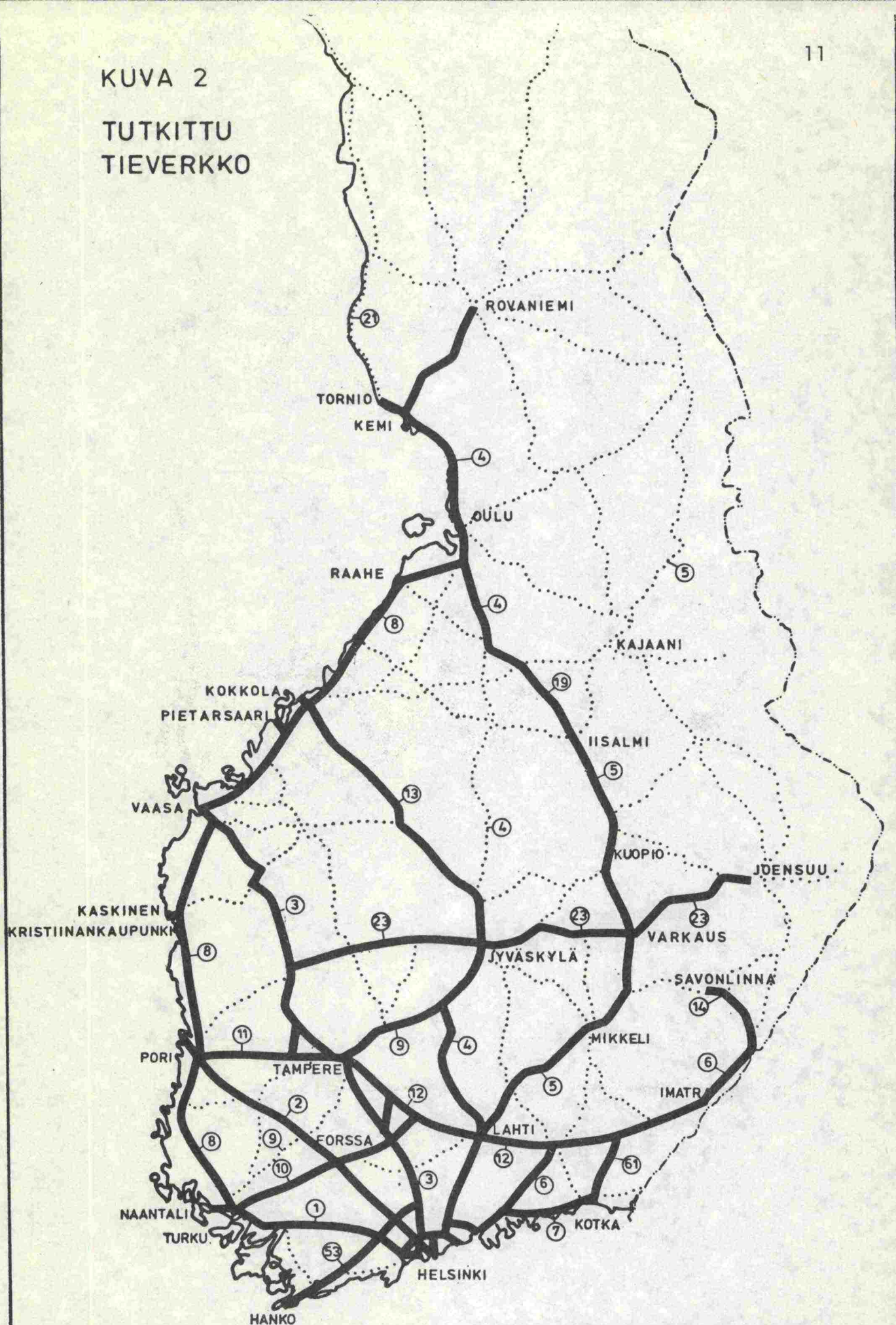
KULJETUSLUPIEN MÄÄRÄT
YLI 4,5 m KORKEILLE KUL-
JETUKSILLE v.1976 ERI
TIEOSILLA

50 10 1mm = 10 LUPAA



KUVA 2
TUTKITTU
TIEVERKKKO

11



— TUTKITTU TIEOSUUS
..... TUTKIMATON TIEOSUUS



— TUTKITU
ERIKOISKULJETUSREITTI
- - - - - TIEOSUUS, JOLLA KIERRETTÄVÄ
ALIKULKUSILTA
6.6 = SILLAN
ALIKULKUKORKEUS

KUVA 3
TUTKITTU TIE- JA KATUVERKKO
HELSINGIN SEUDULLA

1:50000

Hangon, Turun ja Naantalin satamatiet sekä Pori - Mäntyluoto tie. Moottoriteitä tai moottoriliikenneteitä ei yleensä matalien alikulkusiltojen takia voida edes parantaa ylikorkeille kuljetuksille mahdollisiksi. Näiltä osin on alunperin jouduttu tutkimaan niiden rinnakkaisteitä tai muita kiertoreittejä. Eräissä tapauksissa joudutaan kuitenkin moottoritien yhtä liittymäväliä tai eritasoliittymän rampeja käyttämään kiertotienä.

Kahdessa tapauksessa on alustavan estelaskennan perusteella valittu vaihtoehtoista tieosuudesta toinen tutkittavaan tieverkkoon. Valtatie 9 (Turku - Tampere) ja valtatie 10 (Turku - Hämeenlinna) voivat kuljetusten kannalta olla keskenään pitkälti vaihtoehtoisia samoinkuin kantatie 61 (Hamina - Luumäki) ja valtatie 15 (Karhula - Kouvolaa). Estelaskennan perusteella todettiin vt 10 ja kt 61 edullisemmiksi, joten ne otettiin mukaan selvitykseen. Porvoon moottoritiellä ja vanhalla Helsinki - Porvoon tiellä alikulkusillat estävät ylikorkeat kuljetukset Kullooseen asti, joten selvitykseen otettiin Kerava - Kulloon tie (mt 148). Turussa tarkastelu ei ulotu ohikulkutien (kt 40) sisäpuolelle satamareittiä lukuunottamatta. Helsingin alueella TVH:n toimesta suoritettava selvitys oli tarkoitus ulottaa teiden ja katujen rajapisteisiin. Osa teistä on kuitenkin sellaisia, että niitä myöten on mahdotonta päästä ylikorkeilla kuljetuksilla kehä III pitemmälle keskustaan päin. Sisääntuloteinä on tutkittu mt 120, Tuusulantie (mt 137) ja reitti Lahdentielle Hakunilan ja Kontulan kautta katuverkkoa pitkin. Lisäksi on tutkittu reitti mt 120:lta Rajatorpasta Jorvaksentielle.

2.33 Keski- ja Pohjois-Suomi

Keski- ja Pohjois-Suomessa jouduttiin tutkittavaa tieverkkoa rajoittamaan melko voimakkaasti työmäärän pitämiseksi kohtuullisena maastomittauksissa. Kaikkiaan inventoitiin noin 2800 kilometrin mittainen tieosuus, mutta siitä huolimatta tarkastelusta jäi pois muutamia erikoiskuljetusten kannalta tärkeitä yhteyksiä. Valintaperusteena pidettiin tutkittavan tieverkon tasaista jakautumista alueelle sekä kuljetuslupamäärien mukaista tärkeyttä. Rinnakkaisista yhteyksistä otettiin tarkasteluun vain ennakolta arvioiden tärkein ja verkkoon parhaiten soveltuva.

Tarkastelun ulkopuolelle jäivät esim:

- valtatie n:o 4 välillä Äänekoski-Pulkkila
 - valtatie n:o 23 välillä Pori-Parkano
 - valtatie n:o 5 välillä Iisalmi-Kajaani-Kuusamo
 - valtatie n:o 13 välillä Jyväskylä-Mikkeli-Lappeenranta
- Tutkitut ja tutkimattomat tieosuudet käyvät tarkemmin ilmi kuvasta 2.

Keski- ja Pohjois-Suomen osalta tutkittiin satamayhteydet Kemissä, Oulussa, Raahessa, Kokkolassa, Pietarsaareissa, Vaasassa, Kaskisissa ja Kristiinankaupungissa.

Mitattavista reiteistä kaupungeissa sovittiin kaupunkien tai asianomaisen TVL:n piirikonttorin kanssa. Myöskin matalien tai heikkojen siltojen kiertoreitit selvitettiin TVL:n kanssa. Eräissä tapauksissa päätiellä olevan esteen vaikeuden vuoksi mitattiin vain kiertotie.

2.4 Nykytilanteen inventointi

2.41 Inventoinnin suoritus

Tutkimukseen valitulta 4700 kilometrin mittaiselta tieverkolta mitattiin kaikkien tien yläpuolella olevien laitteiden korkeudet tien pinnasta. Esteiden laatu ja sijainti tien pituussuunnassa luetteloitiin liitteessä 5 esitetyn kaavakkeen mukaisesti.

Korkeusmittaus suoritettiin optisilla mittausvälineillä (telemetrillä ja kameran teleobjektiivilla) matalimmalta kohdalta ajoradan yläpuolelta. Mittauksen aikana havaitun lämpötilan avulla laskettiin esteen korkeus $+20^{\circ}\text{C}$:n lämpötilassa. Suurin osa mittauksista tehtiin kesäaikana, jolloin riippuman lisäystä ei juuri tarvinnut tehdä. Sensijaan talvella suoritetuissa mittauksissa jouduttiin ottamaan huomioon yleensä 0.1...0.4 metrin lisäriippuma. Käytettyjen mittauslaitteiden tarkkuutena voidaan pitää ± 10 cm tutkimuksen tarkasteluetäisyyksillä.

Mittaus suoritettiin esteen alimmalta kohdalta ajoradan yläpuolella. Portaaleissa mitattiin korkeus vaakaorteen. Jatkokäsittelyssä on otettu huomioon suojaetäisyydet liitteen 2 mukaisesti.

Pituusmittaus suoritettiin auton matkamittarin avulla alkaen tierekisterin tieosien päätepisteistä, jotka ovat yleensä risteyksiä tai kunnanrajoja. Esteiden pituusmittauksen tarkkuutena voidaan pitää noin ± 50 m.

Mittauksen aikana tien varteen pysäköidyssä autossa vilkkui keltainen varoitusvalo. Mittaushenkilöt käyttivät varoitusliivejä ajoradalla liikkuessaan, ja työstä oli ilmoitettu poliisiviranomaisille.

Mittaustyöt on suoritettu tammi- syyskuussa 1979, joten tarkastelussa on mukana senhetkinen tilanne.

2.42 Vallitseva vapaa tila tieosittain

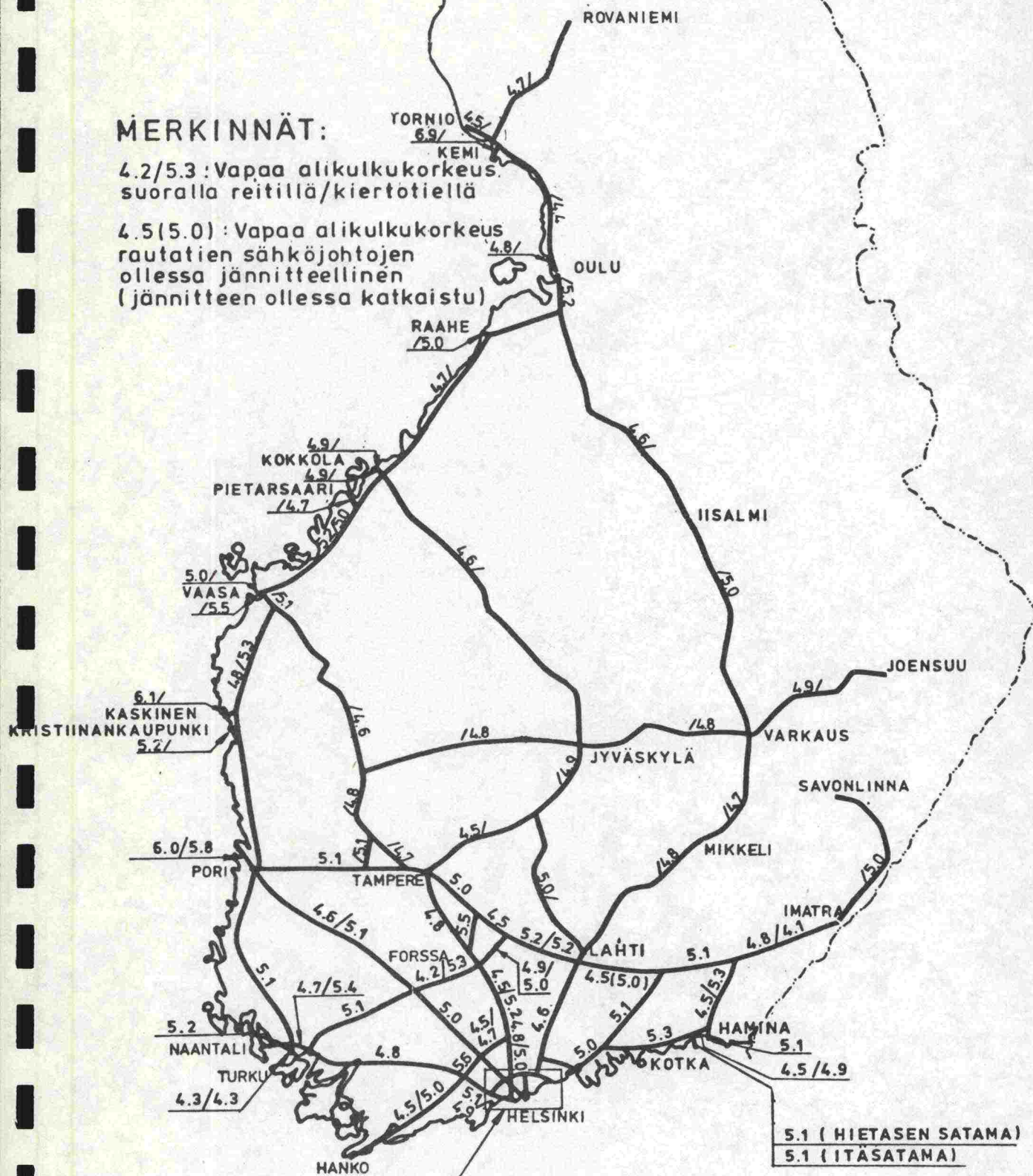
Tieosittaiset vapaan tilan arvot saatiin mittauksissa todettujen matalimpien esteiden perusteella. Tulokset on esitetty kuvassa 4. Pienimmät vapaan korkeustilan arvot ovat 4.2...4.5 m, jotka alittavat suositellun 4.6 metrin rajan. Usein on kysymyksessä löysälle päässyt sähkö- tai puhelinjohto, mutta myös haruksia ja siltoja esiintyy näin alhaalla.

Suurimmat vapaan tilan arvot ovat 6.0...6.9 m Kemin, Kaskisten ja Porin satamareiteillä. Varsinaisilla valtatiesuuksillakin esiintyy 5.0...5.5 metrin vapaita arvoja,

MERKINNÄT:

4.2/5.3: Vapaa alikulkukorkeus suoralla reitillä/kiertotiellä

4.5(5.0): Vapaa alikulkukorkeus rautatien sähköjohtojen ollessa jännitteellinen (jännitteen ollessa katkaistu)



KUVA 4

TUTKITTU TIEVERKKO

VAPAAT ALIKULKUKORKEUDET

esim. väleillä Turku - Pori, Pori - Tampere, Turku - Forssa, Forssa - Vihti, Lahti - Jämsä, Porvoo - Kouvola ja Koskenkylä - Kotka.

Eräissä tapauksissa kiertotiellä saattaa olla pienempi vapaa alikulkukorkeus kuin päätiellä. Tällöin kiertotiellä on kuitenkin kysymyksessä yksittäinen johto, jota voidaan helposti nostaa, kun taas päätiellä on esteenä esim. silta.

2.43 Estetiheys eri tieosilla

Kuvaan 5 on piirretty tieosittain 6,4 metrin korkeudella tai sitä alempana olevien esteiden tiheys (kpl/km) koko maassa. Kuvassa 6 on vastaava esitys 7,2 metrin korkeudella tai sitä matalammalla olevien esteiden tiheydestä. Eri estetyyppejä ei ole eroteltu tässä tarkastelussa. Etelä-Suomi on esitetty tarkemmin kuvassa 7.

Suurimmat estetiheydet ovat Etelä-Suomessa:

Kaupunkialueilla

- mt 120 - Leppävaara - Otaniemi - Jorvaksentie
- Kehä III kiertotie välillä mt 118 - mt 120
- Karhulan läpikulkureitti
- Porvoon läpikulkureitti

Kaupunkialueitten ulkopuolella suurimmat estetiheydet esiintyvät teillä:

- Kulloo - Porvoo
- Karhula - Hamina
- Porvoo - Koskenkylä
- Helsinki - Karkkila (mt 120, vt 2)
- Helsinki - Nummi (mt 118, vt 1)

Estetiheydeltään helpoimpia tieosuuksia taas ovat:

- Lappeenranta - Imatra
- Nokia - Pori
- Pori - Mäntyluoto
- Pälkäne - Hämeenlinna
- Pori - Rauma
- Kerava - Kulloo
- Kouvola - Luumäki
- Forssa - Hämeenlinna

Keski- ja Pohjois-Suomessa ovat estetiheydeltään vaikeimpia osuuksia:

- vt 3 välillä Koskenkorva - Vaasa
- vt 5 välillä Kuopio - Iisalmi
- vt 4 välillä Lahti - Jämsä
- vt 4 välillä Kemi - Rovaniemi
- vt 8 välillä Kokkola - Raahen
- kaupunkien lähialueet yleisesti

Helpoimpia osuuksia ovat taas:

- vt 8 välillä Pori - Vaasa
- vt 8 välillä Raahen - Oulu
- vt 23 välillä Jyväskylä - Varkaus

Inventointitiedoista on laadittu tieosittain yhteenvedot, joista ilmenevät esteiden lukumäärät eri korkeuksilla. Liitteessä 2 on laskettu yhteen kaikki Keski- ja

KUVA 5

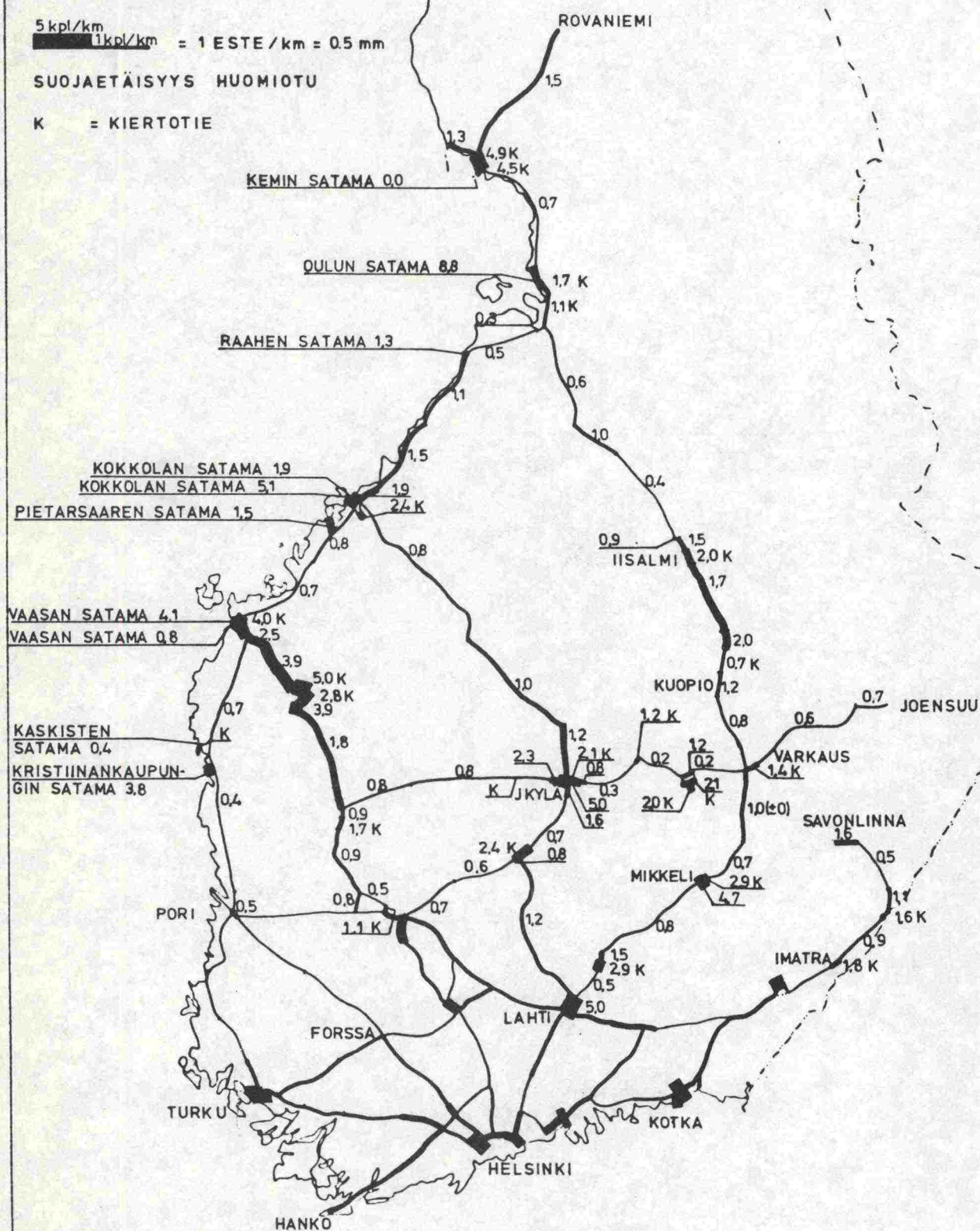
ESTETIHEY S ≤ 6.4 m

≈ 6.4 m KORKEUDELLA OLEVIEN
ESTEIDEN MÄÄRÄ KILOMETRIÄ
KOHTI TIEOSUUKSITTAIN

$$\frac{5 \text{ kpl/km}}{1 \text{ kpl/km}} = 1 \text{ ESTE/km} = 0.5 \text{ mm}$$

SUOJAETÄISYYS HUOMIOTU

K = KIERTOTIE



KUVA 6

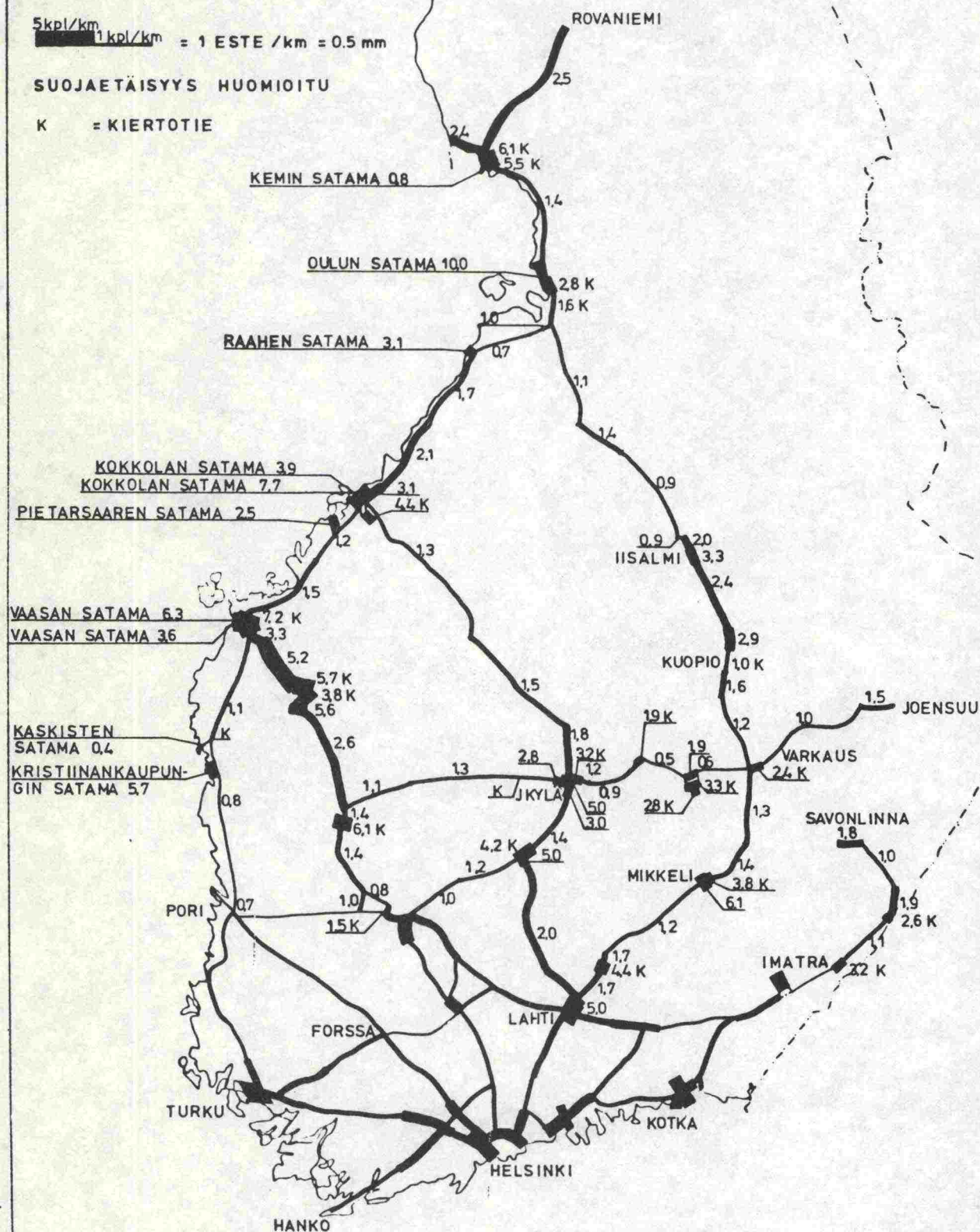
ESTETIHEYS ≤ 7.2 m

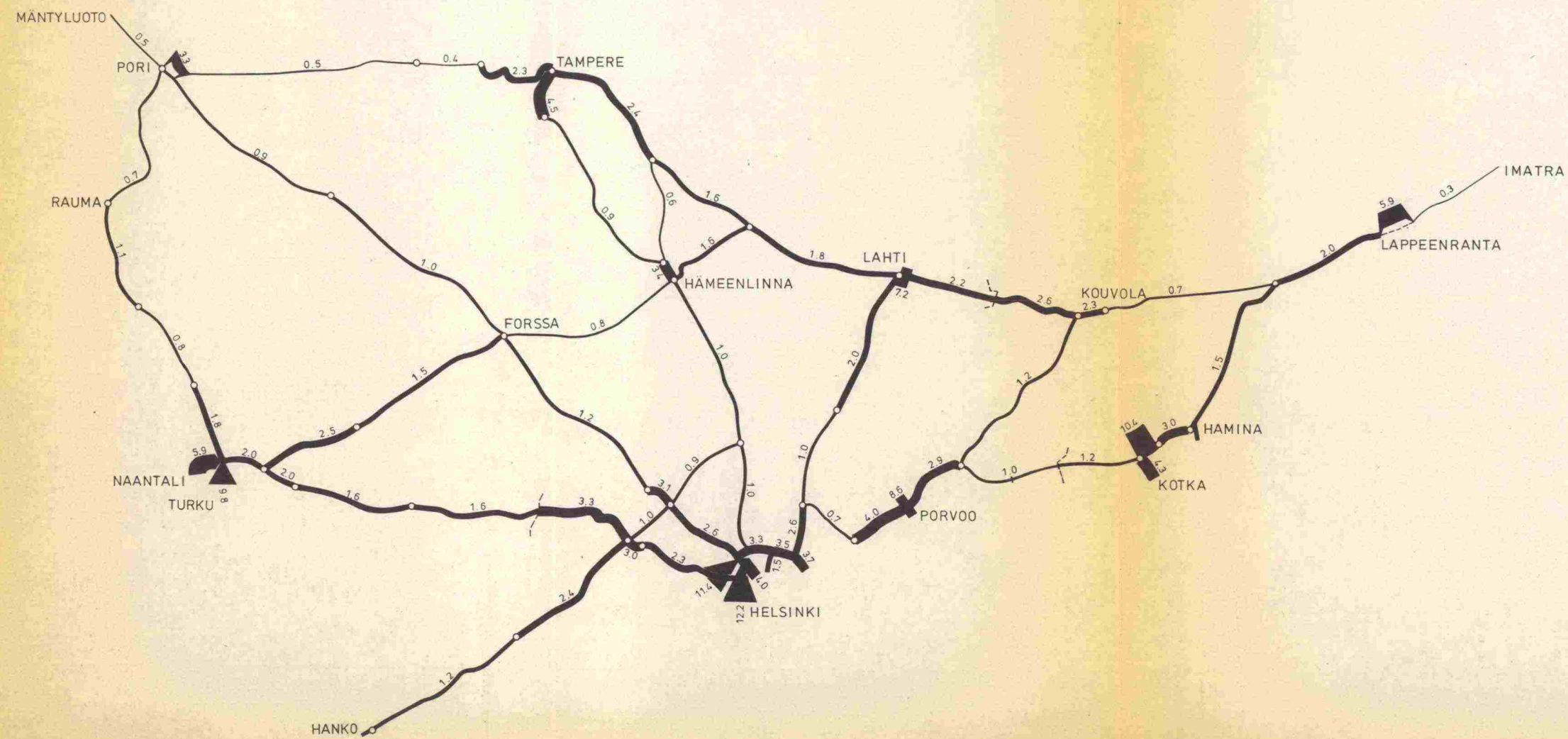
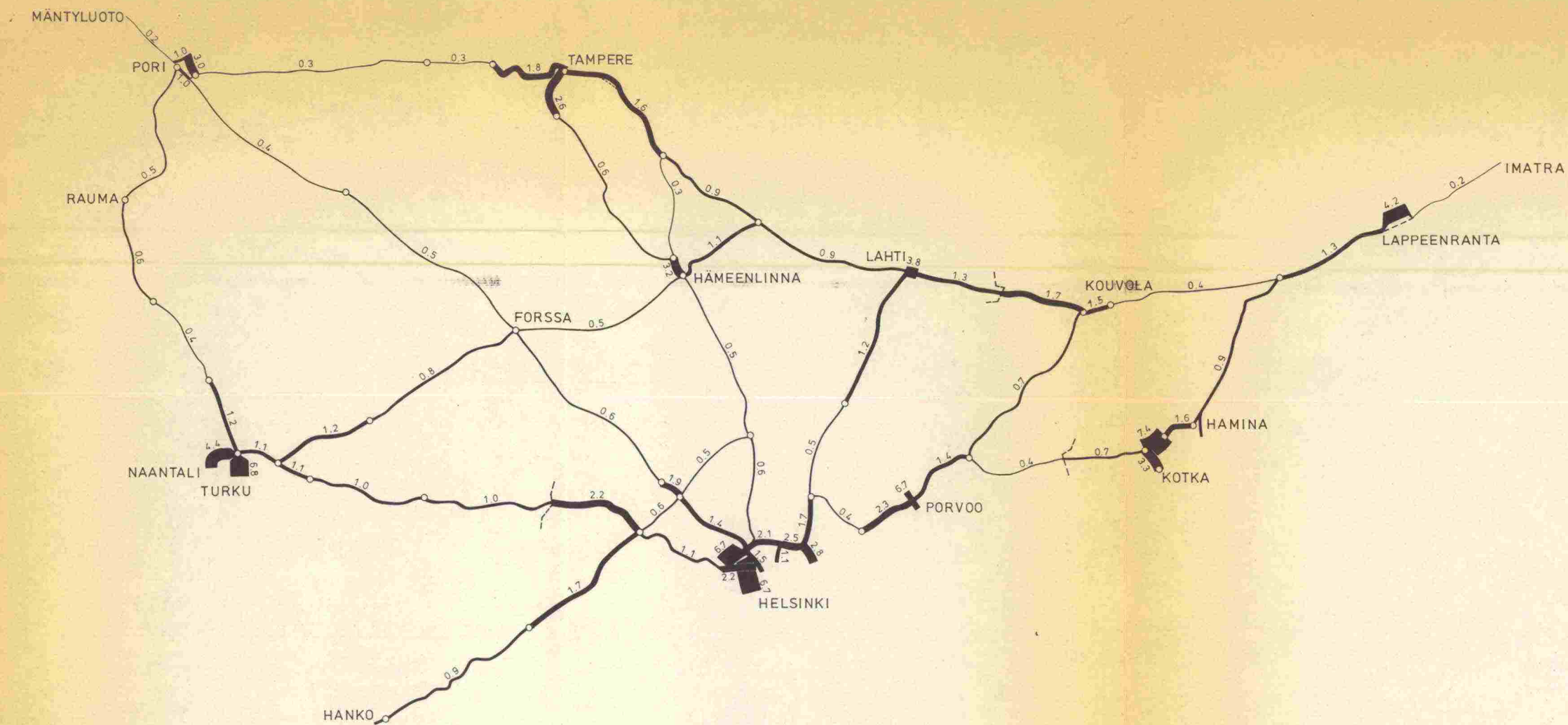
≤ 7.2 m KORKEUDELLA OLEVIEN
ESTEIDEN MÄÄRÄ KILOMETRIÄ
KOHTI TIEOSUUKSITTAIN

5 kpl/km 1 kpl/km = 1 ESTE /km = 0.5 mm

SUOJAETÄISYYS HUOMIOITU

K = KIERTOTIE





Pohjois-Suomen inventoitujen tieosien esteet. Liitteessä 3 on esitetty tieosittain kaikkien korkeusesteiden summat riippumatta korkeudesta.

Kaikkiaan oli teiden yläpuolella noin 16 000 estettä 4 700 kilometrin matkalla. Tästä saadaan keskimääräiseksi tiheydeksi noin 3.4 estettä / km. Etelä-Suomessa este-tiheys on keskimäärin 3.7 estettä / km ja Keski- ja Pohjois-Suomessa keskimäärin 3.1 estettä / km. Maan eri osissa ei ole täten merkittävää eroa esteiden määrässä. Edellä todettu 20 %:n ero on paljon pienempi kuin esim. alueiden väestötiheysero. Esteistä oli ≤ 7.0 metrin korkeudella noin 7 900 kpl eli keskimäärin 1.7 estettä / km.

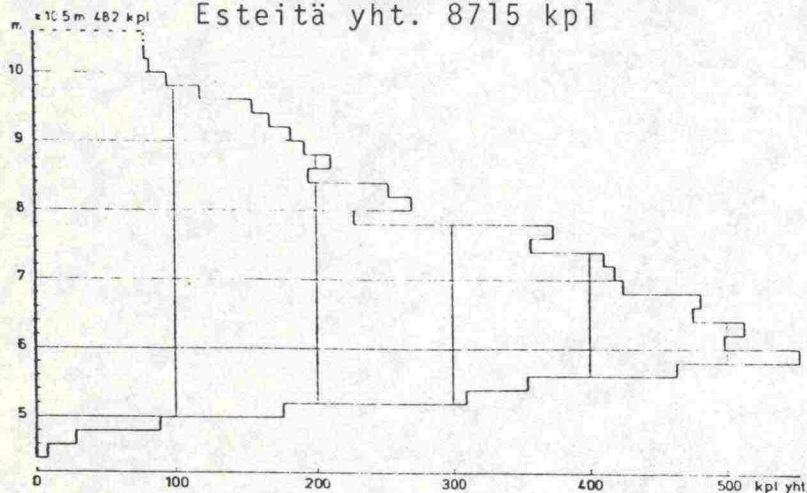
2.44 Esteiden korkeusjakautuma

Keski- ja Pohjois-Suomen osalta on esitetty kaikkien esteiden korkeusjakautuma kuvassa 8. Jakautuman voidaan olettaa olevan samantapainen myös Etelä-Suomessa.

Esteiden lukumäärä kasvaa ylöspäin mentäessä aina 6 metrin tasolle asti, minkä jälkeen lukumäärä laskee tasaisesti 10.5 metriin asti. Tämän jälkeen johtoja ja laitteita on yhteensä vähemmän kuin 20 cm:n korkeushaarukassa 6 metrin seutuvilla. Kuvassa 8 on otettu huomioon sähköjohtojen suojaetäisyydet.

Kuva 8

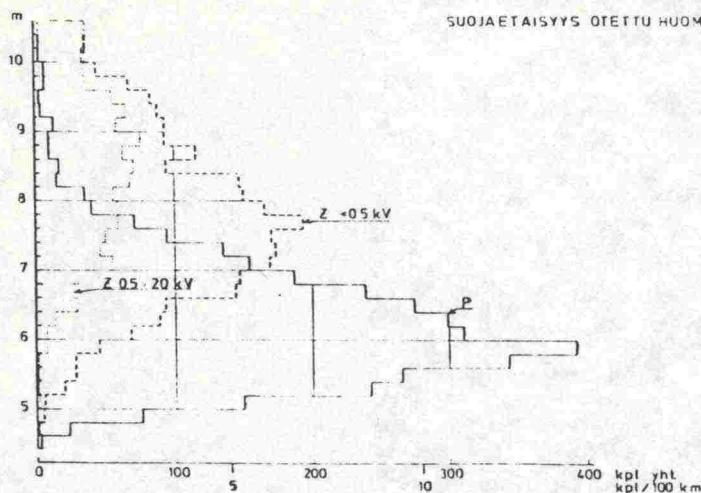
Kaikki korkeusesteet Keski- ja Pohjois-Suomessa
2800 km:n tieosuudella
Suojaetäisyys otettu huomioon
Esteitä yht. 8715 kpl



Korkeusjakautumat on esitetty estetyypeittäin kuvassa 9. Puhelinjohtojen voidaan todeta keskittyvän voimakkaasti 6 metrin korkeustason seutuville, minkä jälkeen ne ylöspäin mentäessä nopeasti vähenevät.

Kuva 9

PUHELINJOHDOT, SÄHKÖJOHDOT (<0.5 kV) JA SÄHKÖJOHDOT (0.5 - 20 kV) KESKI- JA POHJOIS-SUOMESSA 2800 km:n TIEOSUUDELLA.
SUOJAETAISYYS OTETTU HUOMI.OIN



Pienjännitteisten sähköjohtojen voidaan havaita lisääntyvän aina 7.5 metrin korkeustasolle asti, minkä jälkeen ne alkavat vähetä ylöspäin siirryttäessä. Suurjännitteisten sähköjohtojen lukumäärä kasvaa tasaisesti 9 metriin asti, minkä jälkeen niidenkin lukumäärä hitaasti laskee.

Liitteessä 2 esitetystä yhteenvetotaulukosta voidaan nähdä portaaleiden keskittyvän noin 6 metrin korkeudelle. Eri portaalityyppien kesken ei ole sanottavaa eroa korkeusjakautumassa.

2.45 Tieosittainen selostus

Helsinki - Turku välillä joudutaan Helsingistä Lohjalle käyttämään moottoritien sijasta vanhaa tietä (mt 118). Aikaisemmin tätä tietä on ylikorkeilla kuljetuksilla päästy Pitäjänmäelle asti Helsingin suuntaan, mutta Kehä I:n rakentaminen on sulkenut pois tämän mahdollisuuden ja Leppävaaran liittymään on mahdollista päästä tutkittuja reittejä pohjoisesta Vihdintieltä tai etelästä Leppävaarantietä. Karakalliossa joudutaan jalkakulkusilta kiertämään katuverkon kautta. Kt 53:n alikulku voidaan kiertää Nummelan ja kt 53:n kautta. Turun ohikulku-tiellä (vt 40) vt 9:n alikulku voidaan kiertää ramppien kautta. Raisiossa vt 8:n uudessa eritasoliittymässä voidaan ylikorkeille kuljetuksille avata tilapäisesti vt 8 - kt 40 välinen yhteys huoltoaseman kautta. Naantaliin tai Turun satamaan on ajettava kt 40:ltä Haunistientien kautta. Turun satamaan johtavalla reitillä on läppäsilta (5,3 m) jolle on kiertotie Lentokentänkadun kautta. Naantalin tielle päästään Haunistientieltä Raisiontien kautta.

H e l s i n k i - P o r i reittinä on Helsingin päässä käytetty mt 120, jota on voitu käyttää sisääntulotienä myös Kehä III:lta keskustaan päin. Rajatorpassa joudutaan jalankulkusilta kiertämään katuverkon kautta. Kt 53:n alikulkusilta voidaan kiertää Ukin yksityistien ja kt 53:n kautta. Otalammen kautta on myös toinen yleisiä teitä pitkin kulkeva, mutta pitempi ja vaikeampi kierto-tie. Lauttakylässä, Friitalassa ja Tampere - Pori tien liittymässä joudutaan alikulkusillat kiertämään ramppien kautta. Vt 2:n ja Porin Linnansillan välisenä yhteytenä voidaan käyttää keskustan länsipuolitse kulkevaa kierto-reittiä. Suoralla reitillä Ulvilantie - Paanakedonkatu on runsaasti mm. portaaleja. Mäntyluodontiellä on Levon liittymässä yli 6,0 m korkeitten kuljetusten käytettävä lyhyttä kiertotietä Reposaarentien kautta.

H e l s i n k i - T a m p e r e reitillä on Nopossa ja Hyvinkäällä kierrettävä eritasoliittymissä ramppien kautta. Hämeenlinnassa on läpikulkureitti esim. Hattelmalantien, Maijankadun ja Porolantien kautta. Kuljun liittymässä reitti siirtyy vanhalle tielle, jota Koivis-tontien ja Viinikankadun kautta päästään Viinikan liit-tymään.

H e l s i n k i - L a h t i reittinä Kehä III:lta pohjoiseen voidaan käyttää vanhaa Lahdentietä (vt 4 ja 5) 5,9 m korkeuteen asti. Korkeammilla kuljetuksilla joudu-taan alikulkusiltoja kiertämään. Kiertotienä on tutkittu reittiä moottoritieosuus välillä Kehä III - Kuninkaan-mäki, pt 11576, pt 11577 ja mt 152. Lahdessa keskustan läpikulkureitti Aleksanterinkatua on mahdollinen vain alle 5 m kuljetuksille ja lisäksi rautatien ylikulkusilta on painorajoitettu (kok. paino < 30 t). Mannerheiminkatua kulkee ylikorkeiden kuljetusten kiertoreitti, mutta täl-löinkin on Helsingin suunnassa esteenä em. painorajoi-tettu silta. Silta voidaan kiertää Tapparakatua kulkevan kiertotien kautta, jolla on rautatien tasoristeyksessä sähkörautatien johdot esteenä. Jos jännite katkaistaan tilapäisesti (VR), on se mahdollinen vielä noin 6,1 m kuljetuksille.

H e l s i n k i - P o r v o o välillä vanha Porvoon-tie ja Porvoon moottoritie eivät ole mahdollisia ylikor-keille kuljetuksille alikulkusiltojen vuoksi ja siksi on reittinä tähän suuntaan tutkittu Kerava - Kulloo tie-osuus (mt 148). Tällöin tulisi säilyttää tilapäisesti ollut tasoliittymä rinnakkaistieltä moottoritielle noin 3 km ennen Drägsbyn eritasoliittymää, jotta ylikorkeat kuljetukset voisivat poikkeustapauksessa käyttää sitä. Alle 6,3 m korkeat kuljetukset pääsevät ainakin toistai-seksi alikulkusilloista vanhaa Porvoontietä ja sen jäl-keen on ajettava Porvoon keskustan läpi sekä edelleen vanhaa valtatieta Ritan eritasoliittymään. Korkeammille kuljetuksille on ainoa mahdollisuus siirtyä em. tasoliit-tymän kautta moottoritielle, kiertää Drägsbyn alikulkusilta ramppien kautta sekä siirtyä Harabackan eritasoliittymäs-tä kt 55 kautta Porvoon läpiajoreitille. Ritan liittymäs-sä yli 6,0 m korkeat kuljetukset joutuvat kiertämään ramppien kautta.

K o s k e n k y l ä - H a m i n a tieosuudella on Pyhtäällä esteenä vanhan sillan tuuliside, jonka alikulukorkeus on 5,7 m. Kiertomahdollisuutta ei ole. Kyminlinnassa esteenä ovat myös sähköradan johdot, joten vain katkaisemalla niiden jännite on mahdollista suorittaa yli 4,5 m korkeita kuljetuksia (tällöin maksimi 6,1 m). Pyrittäessä valtatieltä 7 Kotkaan on Sutelan liittymässä siirryttävä rinnakkaistielle, josta Kyminlinnan liittymän kautta päästään Kotkan sisääntulotielle. Rinnakkaistieellä on kuitenkin painorajoitettu silta (kok. paino < 32 t). Toinen kiertotie kulkee Sutelan liittymästä etelään Mussalontien (pt 14630) ja Langinkoskentien kautta Kotkantielle. Kotkantietä joudutaan käyttämään osittain moottoritien kiertotienä kummassakin tapauksessa. Itäsatamaan (kantasatamaan) kulkevan reitin lisäksi Kotkassa on tutkittu reitit Länsisatamaan, Hietaseen ja Mussaloon. Ajettaessa Karhulan läpi joudutaan moottoritien siltojen takia kiertämään katuverkon kautta ja lisäksi on em. sähkörata esteenä Kyminlinnassa.

V a l t a t i e l l ä 6 on Kouvolassa ylikorkeille kuljetuksille yleisesti käytetty melko mutkikas läpikulureitti katuverkon kautta. Lappeenrannassa kulkee reitti myös keskustan kautta, koska ohikulkutiellä ovat sillat esteenä. Keskustareitilläkin Lauritsalantiellä ovat Kaukas Oy:n putket esteenä 4,9 m korkeudella. Erityistapauksessa on joskus Kaukas Oy:n luvalla voitu kiertää teollisuusalueen kautta, jolloin maksimikorkeus on noin 5,5 m (massarata esteenä). Lappeenrannan ja Imatran välinen valtatieosuus on melko helppo ylikorkeille kuljetuksille.

V a l t a t i e l l ä 10 valtatie 2 alikulkusilta Forssassa joudutaan kiertämään vt 2, Murronkadun ja Turuntien kautta.

T a m p e r e - P o r i reitillä (vt 11) tai Tampereelta pohjoissuuntaan on Tampereella ja Nokialla tutkittu reitti Kalevantie - Vuolteenkatu - Hatanpään valtatie - Nuolialantie - Pirkkala - Sarpatintie - Nokian valtatie - Vihnuskatu - vt 11.

T a m p e r e - L a h t i - K o u v o l a tiellä (vt 12) Kangasalalla ylikorkeitten kuljetusten reitti kulkee keskustan läpi ohikulkutiellä olevien alikulkusiltojen takia. Hollolassa on kokoportaalien ohittamiseen käytetty lyhyttä kiertotietä. Lahden keskustan läpiajoon voidaan käyttää Mannerheiminkatu - Iso-Paavolankatu reittiä. Lahti - Kouvola välillä on Nastolassa esteenä sähköradan johdot rautatien tasoristeyksessä. Vain edellytyksellä, että jännite niistä voidaan tilapäisesti katkaista, tieosuuden alikulukorkeus voitaisiin nostaa korkeintaan 6,1 m:ksi. Tielle on parannussuunnitelmat tekeillä, mutta suunnitelmien mukaan sähkörata tulee uudellakin tiellä olemaan esteenä ylikorkeille kuljetuksille.

H a m i n a - L u u m ä k i tiellä kt 61 Luumäellä olevan rautatiesillan alikulkukorkeus on 5,8 m. Koska ylikorkeiden kuljetusten pääsymahdollisuudet Itä-Suomesta Haminaan ja Kotkaan ovat erityisen rajoitetut, on tarkasteluissa oletettu, että tämän sillan kohdalla 20 cm suojaetäisyydestä voidaan poikkeustapauksissa erityisen valvonnan alaisena tinkiä niin, että lähes 6,0 m kuljetus olisi mahdollinen.

H a n k o - H y v i n k ä ä tiellä (kt 53) Tammissaassa alikulkusillat on kierrettävä katuverkon kautta. Lisäksi Siippoo - Selki tieosalla on Kydön risteysilta 4,8 m, joka voidaan kiertää mt 1302 ja pt 11291 kautta sekä vähän ennen Nopon liittymää (valtatielle 3) rautatien alikulkusilta (4,5 m), joka on kierrettävä paikallistien 11355 kautta.

K e h ä III (kt 50) toimii pääkaupunkiseudulla erikoiskuljetusten jakajana mahdollisille sisääntuloväylille. Silläkin on kuitenkin useita alikulkusilloja, joitten kohdalla on tutkittu kiertoreittejä. Nämä on merkitty Helsingin seudun tutkittua tie- ja katuverkkoa esittävässä kartassa. Turuntien ja Vihdintien välinen osa joudutaan kiertämään kauttaaltaan yhden alikulkusillan takia. Kiertotienä on tutkittu reitti Kolkejärventie - Pitkäjärventie - Jalaskuja - Linnaistentie - Ainontie.

Vihdintien alikulkusilta kierretään ramppien kautta. Vt 3:n itäpuolella on alikulkusilta, jolla ei ole kiertotietä. Se rajoittaa tämän tieosuuden kuljetukset pohjoisella ajoradalla 6,3 m:iin ja eteläisellä 6,8 m:iin. Lentoasemantien liittymässä ja noin 1 km sen länsipuolella olevat alikulkusillat voidaan kiertää Tikkurilantien ja Lentoasemantien kautta. Vanhan Porvoontien ja Lahden moottoritien alikulkusillat voidaan kiertää katuverkon kautta 6,6 m korkeuteen asti. Korkeammilla kuljetuksilla on moottoritien alikulkusillat kierrettävä pohjoispuolisten liittymäramppien kautta. Moottoritiellä on liittymästä parisaata metriä pohjoiseen ajoratojen välinen ns. työliittymä. Vaaralantien liittymässä oleva jalankulkusilta voidaan kiertää katuverkon (Sotungintie, Hevoshaantie) kautta. Vaaralantien liittymästä on tutkittu reitti katuverkkoa pitkin Kontulantielle. Mainitusta liittymästä päästäisiin myös Itäväylälle kiertämällä Porvoonväylän alikulku liittymäramppien kautta. Tämä edellyttäisi kuitenkin ajoratojen välisen liittymän rakentamista lähelle eritasoliittymää.

T u u s u l a n t i e t ä (mt 137) voidaan käyttää Kehä III:lta keskustaan päin Pohjolankadun liittymään asti (moottoritien alku). Tästä eteenpäin Mäkeläncadulla ovat mm. raitiotien johdot esteenä mutta em. liittymästä on mahdollisuus jatkaa esim. Vaakalinnuntien kautta. Myös Käskynhaltijantien eritasoliittymästä voidaan päästä keskustan suuntaan Pakilantien ja Rajametsäntien

kautta. Käslynhaltijantien ja Muurimestarintien alikulku-siltojen takia onkin yleensä käytettävä katuverkon kautta kulkevia reittejä jo Muurimestarintien liittymästä lähtien.

V i h d i n t i e - J o r v a k s e n t i e välisenä yhteytenä on tutkittu Vaakatien, Viisaritien, Hämeenkylläntien, Leppävaarantien, Hagalundintien, Otaniemen ja Karhusaarentien kautta kulkeva reitti. Karhusaarentiellä olevia uusia portaaleja voidaan kiertää Keilarannan kautta.

P o r i - V a a s a välillä joudutaan Kaskisiin johtavan kt 67:n kohdalla oleva silta (4.8 m) kiertämään rampin ja mt 667:n sekä pt 17093:n kautta. Vaasan moottoritellä olevan matalan sillan takia on käytettävä rinnalla kulkevaa pt 17753:a ja katuverkkoa. Vaasan ohituksessa on tutkittu reitti pt 17743- Srömberginkatu- Keskuskatu- Sepänkyläntie (pt 17769 ja mt 7173)

V a a s a - K o k k o l a välillä ei esiinny kierrettäviä esteitä. Kokkolassa on mahdollisuus käyttää joko katuverkkoa tai kiertotietä vt 8- mt 7483- vt 13- vt 8.

K o k k o l a - R a a h e välillä ei ole kierrettäviä esteitä.

R a a h e - O u l u välillä ei ole vt 8:lla kiertoreittejä. Oulun ohitus on tutkittu reittiä vt 4 (sillan kohdalla rampin kautta)- vt 20 - pt 18708- pt 18709- vt 4.

O u l u - K e m i välillä ei ole kiertoreittejä. Kemin ohitus joudutaan kahden matalan sillan vuoksi suorittamaan reittiä vt 4- yksityistie- mt 920- vt 4:n ylitys- Ruonalankatu- Ristikankaantie- vt 4.

K e m i - T o r n i o välillä ei ole kiertoteitä. Torniossa on kaksi matalaa rautatiesiltaa (4.5 m), jotka on kierrettävä asema-alueella olevan tasoylikäytävän kautta. Kiertoreitti on merkitty maastoon.

K e m i - R o v a n i e m i välillä on tutkittu reitti vt 4 - mt 926- Ossauskoski- mt 9264- vt 4. Vt 4:llä on matala rautatien alikukusilta Keminmaan kunnassa, joka kierretään mainittua reittiä pitkin.

T a m p e r e - J y v ä s k y l ä välillä käytetään Aipovuoren ja Lintukallion siltojen takia reittiä Tampere- Teiskontie-yksityistie- vt 9:n yli- mt 340- rampit- vt 9. Orivedellä on uusi silta, jonka alikulukorkeus on 5.0 m. Lyhyt kiertoreitti ei ole mahdollinen. Paras kiertoreitti olisi Tampere- Kangasala-mt 324- Orivesi. Tätä reittiä suositellaan käytettäväksi ensisijaisesti Tampereen ja Oriveden välillä, koska vt 9:llä on kaikkiaan kolme matalaa siltaa vastaavalla välillä. Jämsässä on tutkittu reitti vt 9- 16551- mt 6031-mt 603- pt 16579 matalien siltojen kiertämiseksi.

J y v ä s k y l ä - K o k k o l a välillä ei ole kierrettäviä esteitä.

P a r k a n o - J y v ä s k y l ä reitillä (vt 23) on Kintauksessa silta, jonka alikulkukorkeus on 6.2 m. Se voidaan kiertää yksityistietä pitkin. Jyväskylään tultaessa on tutkittu reitti Vesangantie- Volonmaankatu- Yliopistonkatu- Puistokatu- Taulumäentie.

V a a s a - T a m p e r e välillä on Koskenkorvalla matala rautatien alikulkusilta. Se on kierretty reittiä vt 3 -mt 7003- mt 700- mt 7004- kt 67- vt 3. Kiertoreitillä olevien runsaiden korkeusesteiden vuoksi tulisi tutkia kiertomahdollisuuksia myös reitillä vt 3- kt 67- mt 702 (Seinäjoki)- vt 16- vt 3. Parkanon risteyssilta (4.54 m) on kierretty rampin kautta sillan yli ja yksityistietä takaisin vt 3:lle. Lisäksi on oikoreittinä vt 3- vt 11 tutkittu mt 262 (Hämeenkyrö-Mouhijärvi).

V a r k a u s - J y v ä s k y l ä välillä on Pieksämäellä tutkittu reitti mt 4531- mt 449- pt 15272. Hankasalmella on tutkittu reitti vt 23- mt 6412- mt 641- vt 23. Vaajakosken ja Jyväskylän välillä on matalien siltojen takia tutkittu kiertoreitti mt 638- mt 637 sekä Jyväskylässä Vaasankatu-Keskussairaalan tie- Länsi-Päijänteentie.

L i m i n k a - I i s a l m i välillä ei ole kiertoteitä.

I i s a l m i - V a r k a u s tieosuudella on Iisalmissa matalan sillan takia käytetty kiertoreittiä Pohjolan- katu- Kivirannantie- Venakontie- Eteläntie- pt 16218- vt 5. Kuopioon tultaessa voidaan risteyssiltojen kohdalla ajaa ramppien kautta. Kuopiossa on katuverkosta tutkittu reitti Puijonrinne- pt 16326- Karjalankatu- Puistokatu- Minna Canthinkatu- Alavantie- Siikaniemenkatu- Tasavallan- katu- Siikalahdenkatu. Vt 5:lle on menty Siikalahden ja pt 16311:n kautta. Kuopio- Varkaus välillä ei ole kiertoreittejä. Tutkitulla reitillä Kuopiossa on 6.0 m:n korkeudella risteyssilta, joka voitaisiin kiertää pt 16329:n kautta.

V a r k a u s - M i k k e l i välillä on Mikkeliissä käytettävä matalan rautatiesillan vuoksi reittiä vt 5- kt 72- pt 15214- Oravinkatu. Mikkeliissä on katuverkosta tutkittu reitti Juvantie- Saksala- Laiturikatu- Raatihuoneenkatu- Mannerheimintie- Linnankatu- Päiviön- katu- Mikonkatu- Raatihuoneenkatu- Otavankatu. Tällöin ovat esteenä myös sähkörajan johdot (5 kpl), jotka ovat 6.2 metrin korkeudella.

L a h t i - M i k k e l i välillä on Heinolassa tutkittu reitti vt 5- Tommolankatu- Ratakatu- Reumantie- pt 15007 - pt 15008- mt 414- vt 5. Vihantasalmen sillan alikulkukorkeus on 6.05 m. Se voidaan kiertää reittiä mt 419- pt 15080. Kiertoreitillä on heikkoja siltoja.

L a h t i - J ä m s ä välillä ei ole kiertoreittejä.

V a r k a u s - J o e n s u u välillä ei ole kierrettäviä esteitä. Varkaudessa on tutkittu reitti vt 23- Relanderinkatu- Taipaleentie- vt 23.

Imatra - Savonlinna välillä on Imatralla rautatiesiltojen takia tutkittu reitti Mansikkakosken silta- Vuolsentie- Linnankoskenkatu- Sotkulammentie- Karjalantie- Santapukintie- Kurkivuorenkatu- Karjalantie. Simpeleellä kierretään matalia siltoja reittiä pt 14918- mt 4051. Savonlinnassa inventointi on päätetty vt 14:n ja mt 471:n risteykseen.

Satamareitit Keski- ja Pohjois-Suomessa:

K e m i: vt 4 - mt 920 - Ajos

O u l u: vt 4 - Rajakylän paikallistie - Toppila

R a a h e: vt 8 - pt 18582 - mt 8102 - pt 18580 - Lapaluoto

K o k k o l a: Pohjoisesta tultaessa reitti: vt 8 - mt 749 (tieosa 13) - Yksipihlaja

Etelästä tultaessa: vt 8 (rautatien yli) - katuverkkoa (Vaasantie - Tehtaankatu) - mt 749 (tieosat 14 ja 13) - Yksipihlaja

P i e t a r s a a r i: vt 8 - mt 742 - Pohjantie - Luodontie - Alholmantie - Leppäluoto

V a a s a: Pohjoisesta tultaessa: vt 8 - Vaasan puostikko - Vaskiluoto

Etelästä tultaessa: Erikoisjärjestelyin moottoritien yli (ramppien kautta vastoin liikennemerkkejä) - Hietalahdenkatu - Koulukatu - Vaasanpuustikko - Vaskiluoto tai vt 3 (vt 8) - mt 6741 - pt 17731 - Sundomin silta - Moottorikatu - Sahakatu - Vaskiluodon satama

K a s k i n e n: vt 8 - mt 667 - Kaskisten satama

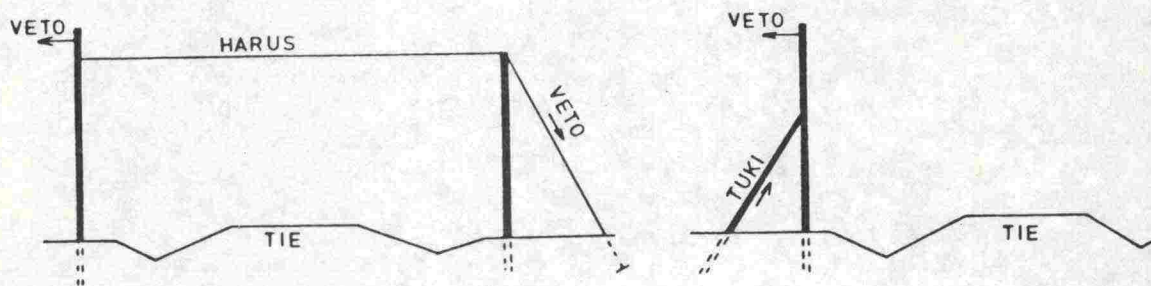
K r i s t i i n a n k a u p u n k i: vt 8 - mt 6651 - Kristiinankaupungin satama

3 KORKEUSESTEIDEN POISTAMISTAVAT

3.1 Esteiden poistaminen kokonaan

Tien yläpuolella olevan laitteen toiminta voidaan usein korvata toisenlaisella järjestelyllä niin, että este poistuu tieltä kokonaan. Esimerkiksi tien yli vedetyn haruksen tarkoituksena on pitää pystyssä tien sivussa olevaa pylväästä, mutta sama vaikutus saadaan pylvään vino-tuennalla. Tällöin on yleensä kysymyksessä tien pituus-suunnassa kulkeva johto kaarteen kohdalla.

Kuva 10 HARUKSEN POISTAMINEN



Tien ylittäviä johtoja voidaan poistaa siirtymällä maa-kaapelointiin. Kaupunkien läheisyydessä esim. puhelinjohdot ovat suurelta osin nykyisin jo kaapeleissa. Verkostojen uusimisen yhteydessä kaapelointi lisääntyy ja osa ilmajohdoista poistuu. Sähköjakeluverkkoon rakennettava uusi runkolinja tai muuntamo saattaa myös poistaa useita tien ylittäviä linjoja, kun syöttö tulee eri suunnasta kuin aikaisemmin. Sama koskee myös puhelinverkkoa. Johtolaitosten verkkosuunnittelussa tulisi tämäkin näkökohta ottaa eräänä tekijänä huomioon.

Tie- ja siltasuunnittelussa voidaan esteitä poistaa esim. johtamalla erikoiskuljetuksille tärkeä tie sillalla sähköradan yli eikä ali. Ajojohtimen muodostama erittäin vaikea este poistuu tällöin kokonaan, eikä tilalle tule alikulusillan aiheuttamaa uutta estettä.

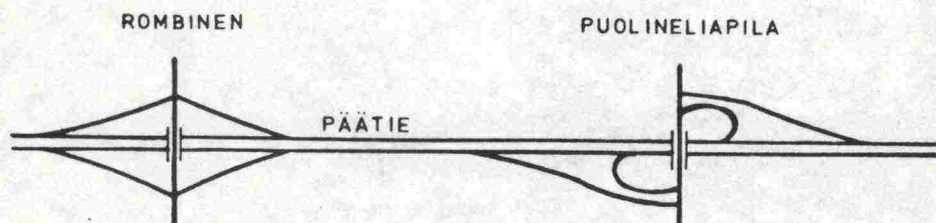
Vanhojen kaarisiltojen poikittaispalkkien muodostama korkeuseste voidaan poistaa, jos sillan mahdollisen uusimisen yhteydessä siltatyyppi muutetaan sellaiseksi, että kantavat osat sijaitsevat siltakannen alapuolella.

3.2 Kiertomahdollisuuden järjestäminen

Tieverkollisilla ratkaisulla voidaan järjestää vaikean korkeusesteen ohittava reitti. Usein voidaan kuitenkin selvittää suhteellisen pienellä järjestelyllä esim. rakentamalla matalan sillan kohdalle rampit niin, että erikoiskuljetus voi niiden avulla kulkea sillan yli tai ohittaa sen. Eritasoliittymissä erikoiskuljetusten kannalta ovat edullisia mm. Rombinen tyyppi tai puolineliaapila, jossa rampit

ovat vastakkaisissa neljänneksissä kuvan esittämällä tavalla.

Kuva 11 ERITASOLIITTYMÄTYPPEJÄ



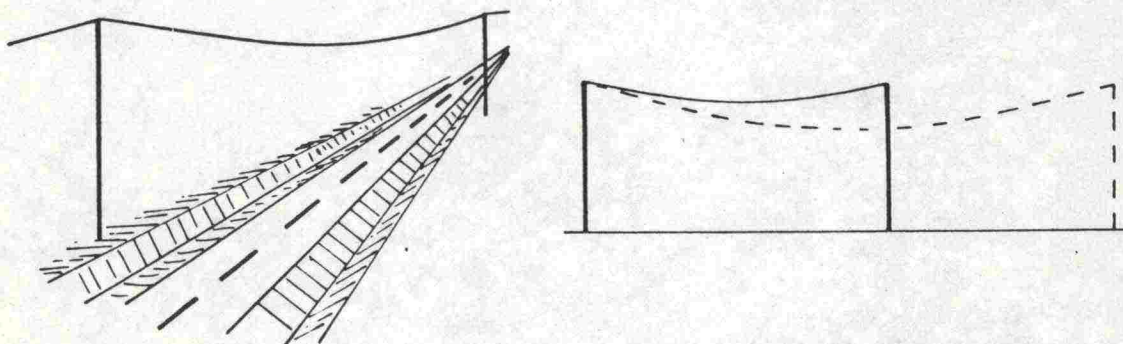
Tien yläpuolisia opastuslaitteita (portaaleja) asennettaessa tulisi pyrkiä jättämään vapaaksi toinen puoli tietä niin, että korkea kuljetus voi ohittaa esteen vastaan-tulevan liikenteen kaistoja käyttäen. Korokejärjestelyihin tulee tällöin varata tarpeelliset aukot erikoiskuljetusta varten.

3.3 Esteiden nostaminen ylemmäksi

Sähkö- ja puhelinjohtojen riippuma muuttuu lämpötilan mukaan jännevälän ja johtotyyppin mukaisesti tavallisesti 0.1...0.6 m. Talviaikana johdot nousevat täten itsestään jonkin verran ylemmäksi kuin ne ovat kesällä. Talviaikana voi kuitenkin jääkuorma pienentää tai kumota lämpötilan vaikutuksen määrättyjen säätötyyppien vallitessa. Liitteessä 1 on esitetty muutamia johtojen riippumaeroja verrattuna -20°C lämpötilaan.

Johtolinjojen rakentamisessa ei aina ole otettu huomioon tien sijaintia kovin suurella määrällä. Tällöin johtolinja saattaa kulkea esim. erittäin vinosti tien poikki, jolloin jänneväli on pitkä ja riippuma tien kohdalla suuri. Tällaisessa tapauksessa voidaan riippumaa pienentää ohjaamalla linja kohtisuorasti tien yli ja lyhentämällä jänneväliä. Vaikutus voi olla 0.5...1.0 m.

Kuva 12 JÄNNEVÄLIN LYHENTÄMINEN

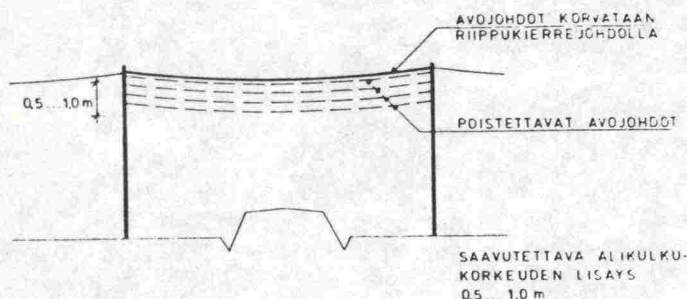


Johdoissa voi olla joissakin tapauksissa tarpeetonta riippumaa, joka voidaan poistaa pelkästään johtoja kiristämällä.

Eri korkeustasoilla sijaitsevat avojohdot voidaan korvata yhdellä riippujohdolla, joka sijoitetaan entisissä pylväissä mahdollisimman ylös. Tällöin saavutetaan 0.5...1.0 metrin korkeudenlisäys. Sama vaikutus saadaan aikaan siirtymällä eritasoisesta asennuksesta vaakaorsien käyttöön. Suurin nostovaikutus saadaan kuitenkin uusimalla pylväät entistä pidemmiksi. Pylväiden vaihtaminen kaivutöineen ja pystytyksineen on kuitenkin suhteellisen suuritöinen operaatio.

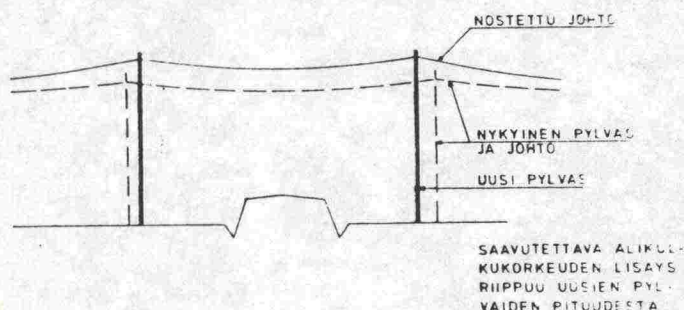
Kuva 13

PERIAATEPIIRROS AVOJOHTOJEN MUUTTAMISESTA RIIPPUKIERREJOHDOKSI NYKYISISSÄ PYLVAISSÄ



Kuva 14

PERIAATEPIIRROS PUHELIN- JA SÄHKÖJOHTOJEN NOSTAMISESTA UUSIIN PYLVAISIIN



Mikäli ulkonäkökysymykset ja pylvään sivukaltevuus voitaisiin ratkaista tyydyttävästi, kysymykseen saattaisivat tulla erilaiset pylvään jatkamismenetelmät, joilla voitaisiin välttää kaivutyön hankaluutta ja kustannuksia.

Avosähköjohtojen estevaikutusta voidaan pienentää suojaetäisyyden verran (0.5...3.5 m) katkaisemalla johdosta jänite. Samaan tulokseen päästään, jos avojohdo muutetaan eristeelliseksi johdoksi.

Alikulkukorkeutta voidaan myös lisätä siten, että lähekkäiset johdot siirretään samoihin pylväisiin, jos toisessa johdossa on pitkät pylväät ja toisessa lyhyet. Usein voitaisiin esim. matalalla sijaitseva puhelinkaapeli siirtää viereisen ylempänä sijaitsevan sähköriippujohdon pylväisiin.

Ne portaalit, joita ei voida kiertää, tulee korvata korkeammilla portaalirakenteilla, mikäli alikulkukorkeutta halutaan pysyvästi lisätä. Portaalissa olevien taulujen nostamisella vaakapuomiin nähden saadaan pieni korkeuslisäys ilman suuria kustannuksia.

4 ESTEIDEN POISTAMISEN VAIKUTUKSET

4.1 Laskentaperusteet

4.11 Laskennan tavoite

Korkeusesteiden vähentäminen pysyvästi aiheuttaa investointikustannuksia. Toisaalta ylikorkeille kuljetuksille voidaan laskea säästöjä tilapäisten poistotoimenpiteiden ja ajanhukan vähenemisestä. Vertaamalla kertyviä säästöjä investointikustannuksiin (esim. hyötysuhteet) saadaan selville esteiden pysyvän vähentämisen edullisuus eri tieosuuksilla ja eri tavoitekorkeuksille. Tiedot investointikustannuksista ovat samalla kustannusarvioita mahdollisille parannustoimenpiteille.

4.12 Yksikkökustannusten määrittäminen

Selvityksen yhteydessä kerättiin kustannustietoja eräistä tutkimusraporteista¹⁾, TVH:n suunnitteluosastolta, TVL:n piirikonttoreilta, eräiltä kuljetusliikkeiltä, kuljetuksia tarvitsevilta teollisuusyrityksiltä, posti- ja lentätinhallituksen lentätinosastolta, Puhelinlaitosten liitosta, Suomen Sähkölaitosyhdistykseltä sekä Vaasan seudun sähkö- ja puhelinlaitoksilta. Saadut yksikkökustannustiedot erilaisista toimenpiteistä poikkeavat huomattavasti toisistaan. Eroja aiheutuu mm. matkakustannuksista, siitä missä määrin esteitä voidaan poistaa sarjatyönä jollakin tieosalla, tarvitaanko uudet pylvää vai onko nykyisissä pylväissä johtojen nostovaraa jne. Esteiden poistamista ei voida kuitenkaan tutkia tapauskohtaisesti. Tiekohtaisten yksikkökustannusten määrittämiselle ei ollut myöskään riittäviä perusteita. Saatujen kustannustietojen pohjalta oli siten arvioitava koko päätieverkolle keskimääräiset yksikkökustannukset, joita voidaan systemaattisesti käyttää laskelmissa. Yksikkökustannuksissa on jossakin määrin otettu huomioon mahdollisuus sarjatyöhön ja sen kustannuksia alentava vaikutus.

Eräitten esteiden tilapäisessä nostossa on 0,5 m vaiheilla raja, jota suuremmat nostot tulevat huomattavasti kalliimmiksi. Käytännössä varsinkin puhelinjohtojen pienemmissä tilapäisissä nostoissa kuljetusten suorittajat suorittavat toimenpiteet itse erilaisilla apuvälineillä (esim. liukuohjaimilla) ottamatta yhteyttä ao. laitoksiin. Tällöin kuljetukselle ei aiheudu juuri ollenkaan ylimääräisiä kustannuksia eikä siten myöskään koidu vastaavia säästöjä, jos johdot nostetaan pysyvästi korkeammalle. Menettely on kuitenkin vastoin määräyksiä ja lupaehtoja sekä aiheuttaa johtojen vaningoittumisvaaran.

1) TVH, Käyttöosaston liikennetoimisto, Insinööritoimisto Maa ja Vesi Oy: Erikoiskuljetusten taloudellinen merkitys TVH 742009, Helsinki 31.7.1978
Tampereen kauppakamari, Tampereen teknillinen korkeakoulu: Erikoiskuljetukset Tampereen seudulla, Tampere 19.10.1978

Alle 5 m korkeudella olevat korkeusesteet ovat yleensä puhelinjohtoja, riippujohtoja tai liikennemerkkivaijereita. Niiden lukumäärä on vähäinen ja ne saadaan useimmissa tapauksissa 10 - 20 cm nostolla 5 m korkeuteen. Toisaalta taas 4,6 - 5,0 m korkeitten kuljetusten lukumäärät ovat suuria. Monella tieosalla niitä esiintyy miltei päivittäin. Näissä tapauksissa ko. laitoksetkin antavat usein kuljetuksen suorittajalle luvan hoitaa itse nostotoimenpiteet (poikkeuksena kuitenkin mm. sähköradan johdot ja muut avojohdot). Säästöjen yliarvioinnin välttämiseksi päätettiin ottaa erääksi laskentaperusteeksi, että alle 5 m esteiden pysyvästä poistosta 4,6 - 5,0 m korkeille kuljetuksille ei lasketa kertyvän säästöjä.

Sensijaan esteiden tilapäinen poistaminen yli 5 m korkeita kuljetuksia suoritettaessa edellyttää jo yleensä, että ao. laitoksen henkilökunta käy suorittamassa toimenpiteet tai ainakin valvomassa niitä. Tällöin myös yleensä aiheutuu kustannuksia.

Sähköjohdoista on todettava, että yli 100 kV johtojen nostokustannuksia ei ole määriteltä ollenkaan, koska näiden johtojen nostotarvetta ei tarkasteluissa esiinny. Sähköradan johtojen jännitteen katkaisun kustannuksia ei ole myöskään laskettu tarkasteluissa, koska niiden pysyvää nostoa ei ole pidetty aivan lähitulevaisuudessa mahdollisena.

Kokoportaalien pysyvän poiston perusratkaisu on kokonaan uuden korkeamman portaalin rakentaminen paikalle. Vanha portaali puretaan ja käytetään muualla. Kokoportaalin pysyvän noston kustannukseen sisältyy tällöin

- vanhan portaalin purkaminen ja uuden asentaminen
- uuden portaalin vanhaa kalliimpi perushinta
- vanhan portaalin arvovähennys (n. 10 %)
- kuljetukset, valvonta yms.
- vanhan portaalin varastointi

Aikakustannusten määrittämisessä on oletettu, että ko. erikoiskuljetusten kustannukset ovat keskimäärin 400 mk/h.

4.13 Yksikkökustannukset

Laskelmissa päätettiin käyttää seuraavan luettelon mukaisia keskimääräisiä yksikkökustannuksia.

Johtojen tilapäinen nostaminen

-	Pienjännitejohdot (< 0,5 kV)	
	Avojohton nosto 0,1 - 0,5 m	300 mk
	" " yli 0,5 m	900 mk
	Riippujohton nosto 0,1 - 0,5 m	250 mk
	" " yli 0,5 m	800 mk

Ajanhukka kuljetukselle keskimäärin 15 min/este
= noin 100 mk/este.

- Suurjännitejohdot (0,5 - 100 kV)
 - Avojohton nosto 1000 mk
 - Riippujohdon nosto 0,1 - 0,5 m 500 mk
 - " " yli 0,5 m 5000 - 20000 mk
 (pyrittävä selvittämään tapauskohtaisesti)

- Ajanhukka kuljetukselle keskimäärin 30 min/este
= 200 mk/este (riippujohdon nosto korkeintaan
0,5 m 100 mk).

- Haruslangat, maadoitusjohdot 250 mk
- Ajanhukka kuljetukselle 60 mk/este.

- Puhelinjohdot 300 mk
- Johtojen lukumäärä samoissa pylväissä ja nostokor-
keus eivät vaikuta oleellisesti kustannuksiin.
- Ajanhukka kuljetukselle keskimäärin 60 mk/este.

- Johtojen nostaminen pysyvästi ylemmäksi

- Pienjännitejohdot 2000 mk

- Suurjännitejohdot
 - Avojohtot 2000 mk
 - Riippujohdot 2000 - 20000 mk
 (selvitettävä tapauskohtaisesti).

- Haruslangat, maadoitusjohdot 2000 mk
(mikäli erilliset pylvää)

- Puhelinjohdot 2000 mk

- Muita esteitä

- Liikennemerkkivaijerit
 - tilapäinen nosto \leq 0,5 m 70 mk
 - " " yli 0,5 m 250 mk
 - nosto pysyvästi 6500 mk

- Kokoportaalit
 - tilapäinen purkaminen 400 mk
 - korvataan pysyvästi korkeammalla
portaalilla 6500 mk
 - ulokeportaalit, jos ei voida
kiertää 7500 mk

- Alikulkusillat
 - kiertotien ajokustannukset 400 mk/h t. 20 mk/km
 - jalankulkutunnelin rakentaminen
keskimäärin 150000 - 200000 mk
 - lisärampin rakentaminen
keskimäärin 200000 - 300000 mk
 - kiertotien rakentaminen 800 - 1500 mk/m

4.14 Laskentamenetelmä

Vapaan alikulkukorkeuden tavoitearvoiksi kustannustarkasteluissa on otettu 5,5 m, 6,0 m, 6,5 m ja 7,0 m. Kustannuslaskennan lähtökohtana olevat esteitten yhteenvedot on laadittu 20 cm ryhmittelyllä. Eri korkeusryhmien kuljetusten määrätiedot ovat karkeita arvioita puolen metrin ryhmittelyllä. Näin ollen kustannuslaskenta on suoritettu puolen metrin ryhmien puitteissa, mikä vastaa tällöin tavoitekorkeuksien väliä. Liitteenä on käytetty kustannuslaskentalomake täyttöesimerkkeineen.

Korjauskertoimilla pyritään korjaamaan sitä virhettä, mikä syntyy kun säästöt lasketaan puolen metrin ryhmän puitteissa. Ilman korjauskerrointa kuljetuksille kertyvät säästöt muodostuvat liian suuriksi, koska puolen metrin ryhmän sisällä kaikki esteet eivät ole esteenä kaikille ao. ryhmän kuljetuksille. Koska tarkastelua ei voitu suorittaa estekohtaisesti, on arvioitu yleiset korjauskertoimet, joilla säästöt voidaan korjata oikeaa suuruusluokkaa vastaaviksi. Koko maan ylikorkeiden kuljetusten määrät on puolen metrin ryhmittelystä graafisesti muunnettu 10 cm jaotuksella olevaksi ryhmittelyksi. Samoin kaikkien tieosien inventoiduista esteistä on 20 cm jaotuksella lasketut summat muunnettu 10 cm jaotukselle. Näistä jakautumista on voitu laskea koko aineiston keskimääräiset korjauskertoimet kullekin puolen metrin ryhmälle.

Korkeusryhmä (m)	Korjauskerroin
5,1 - 5,5	0,4
5,6 - 6,0	0,4
6,1 - 6,5	0,5
6,6 - 7,0	0,5

Investointikustannuksiin on laskettu määrättyllä tavoite-tasolla aina kaikkien tämän tason alapuolella olevien esteiden pysyvästä nostamisesta ko. tavoitetasolle aiheutuvat kustannukset. Säästöt joudutaan laskemaan useammassa osassa.

Merkitään eri tekijöitä seuraavasti:

$\Sigma_{6,5}$ = Vuotuinen kokonaissäästö, joka saadaan kun esteet nostetaan pysyvästi vapaan alikulkukorkeuden tasolle 6,5 m

$S_{5,5}$ = Vuotuinen säästö, joka tulee 5,1 - 5,5 m korkeille kuljetuksille, kun esteet nostetaan pysyvästi vapaan alikulkukorkeuden tasolle 5,5 m

$S_{6,0}$ = Vuotuinen säästö, joka tulee 5,6 - 6,0 m korkeille kuljetuksille, kun esteet nostetaan pysyvästi vapaan alikulkukorkeuden tasolle 6,0 m

$S_{6,5}$ = Vuotuinen säästö, joka tulee 6,1 - 6,5 m korkeille kuljetuksille, kun esteet nostetaan pysyvästi vapaan alikulkukorkeuden tasolle 6,5 m

$r_{<5,6}$ = Vuotuinen säästö, joka tulee 5,6 - 6,0 m korkeille kuljetuksille alle 5,6 m olevien esteiden pysyvästä nostamisesta vapaan alikulkukorkeuden tasolle 6,0 m

$r_{5,6 - 6,0}$ = Vuotuinen säästö (ilman korjausta), joka tulee 5,6 - 6,0 m korkeille kuljetuksille 5,6 - 6,0 m korkeudella olevien esteiden pysyvästä nostamisesta vapaan alikulkukorkeuden tasolle 6,0 m

$q_{<6,1}$ = Vuotuinen säästö, joka tulee 6,1 - 6,5 m korkeille kuljetuksille alle 6,1 m olevien esteiden pysyvästä nostamisesta vapaan alikulkukorkeuden tasolle 6,5 m

$q_{6,1 - 6,5}$ = Vuotuinen säästö (ilman korjausta), joka tulee 6,1 - 6,5 m korkeille kuljetuksille 6,1 - 6,5 m korkeudella olevien esteiden pysyvästä nostamisesta vapaan alikulkukorkeuden tasolle 6,5 m

$\angle_{6,0}$ = Korkeusryhmän 5,6 - 6,0 m korjauskerroin

$\angle_{6,5}$ = Korkeusryhmän 6,1 - 6,5 m korjauskerroin

Esimerkiksi 5,6 - 6,0 m korkeille kuljetuksille tuleva vuotuinen säästö $s_{6,0}$ muodostuu näille kuljetuksille alle 5,6 m olevien esteiden poistosta kertyvien säästöjen ja 5,6 - 6,0 m korkeudella olevien esteiden poistosta kertyvien säästöjen summasta. Jälkimmäinen osa kerrotaan korjauskertoimella $\angle_{6,0}$.

$$s_{6,0} = r_{<5,6} + \angle_{6,0} \times r_{5,6 - 6,0}$$

Vastaavasti 6,1 - 6,5 m korkeille kuljetuksille aiheutuva vuotuinen säästö lasketaan kaavalla

$$s_{6,5} = q_{<6,1} + \angle_{6,5} \times q_{6,1 - 6,5}$$

Esim. tavoitetasolla 6,5 m kertyvä vuotuinen kokonaissäästö muodostuu seuraavasti:

$$\Sigma_{6,5} = s_{6,5} + s_{6,0} + s_{5,5}$$

Vuotuisten säästöjen lisäys nostettaessa tavoitekorkeutta 6,0 m:stä 6,5 m:iin on $s_{6,5}$. Vastaava investointikustannusten lisäys saadaan vähentämällä tavoitetason 6,5 m inventointikustannuksista tavoitetason 6,0 m investointikustannukset.

Kustannuslaskelmat on tieosittain koottu vertailutaulukoihin, joissa esteiden pysyvistä poistosta kuljetuksille kertyvät säästöt on laskettu 20 vuoden ajalta ja diskontattu tarkastelujakson alkutilanteeseen 6 % korolla. Vertailutaulukkoja on täytetty kaksi, joista toisessa kuljetusmäärän on oletettu pysyvän vakiona koko tarkastelujakson (20 vuotta) ajan ja toisessa kuljetusmäärien on oletettu kasvavan 5 % vuodessa. Jälkimmäisessä tapauksessa säästöt ja vertailuluvut (hyötysuhteet) ovat noin 1,5-kertaiset edelliseen verrattuna.

4.2 Kuljetusmäärät

Tutkimuksen lähtötietoina ovat olleet käytettävissä v. 1976 koko maassa myönnettyt erikoiskuljetusluvut ja niissä mainitut lähtö- ja määräpaikat. Ainoastaan lupien määrät ovat tarkasti tiedossa, mutta niillä suoritettujen kuljetusten määrää on jouduttu arvioimaan haastatteluaineiston perusteella otantana. Osa kuljetuksista tehdään ns. yleisluvilla, joissa ei ole tarkasti yksilöity lähtö- ja määräpaikkoja. Näillä luvilla suoritettujen kuljetusten sijoittumista tieverkolla ei siten tunneta.

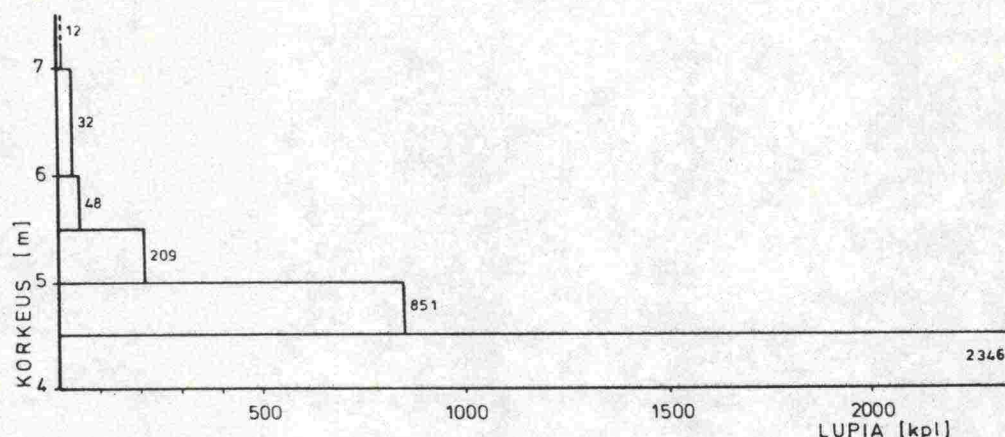
Kuvassa 1 on esitetty vuoden 1976 yli 4.5 m korkeille kuljetuksille myönnettyjen lupien jakautuminen päätieli- ja kiertotieverkolla, kun lähtö- ja määräpaikan välillä on käytetty lyhintä päätieliä. Tämä kartta kuvaa lähinnä kuljetustarvetta eri tieosilla, mutta käytännössä ylikorkeat kuljetukset eivät aina voi käyttää lyhintä reittiä esteiden vuoksi. Kuvan 1 mukainen tilanne lienee kuitenkin paras lähtökohta arvosteltaessa esteiden poistamisen kannattavuutta eri tieosilla.

Kuvaan 1 eivät sisälly ylikorkeille kuljetuksille myönnettyt yleisluvut, joita oli v.1976 kaikkiaan 10 % yli 4.5 m korkeiden kuljetusten luvista. Toisaalta kuvassa 1 on jokainen luvassa mainittu reitti käsitetty omaksi luvakseen, jos luvassa on mainittu useita reittejä.

Kuvassa 15 on esitetty kuljetuslupien jakautuminen eri korkeusluokkiin v.1976. Lupamäärien voidaan havaita nopeasti vähenevän korkeuden lisääntyessä. Yli 4.5 m korkeille kuljetuksille myönnettiin koko maassa yhteensä 1152 lupaa. Näistä 12 koski yli 7.0 m korkeita kuljetuksia. Vastaavasti 4.0...5.0 m korkeiden kuljetusten lupia oli yhteensä 3197.

Kuva 15

YLIKORKEIDEN KULJETUSTEN LUPAMAARAT v 1976



TYH:n myöntämien ylikorkeiden kuljetusten lupamäärät ovat nykyisin vuoden 1974 tasolla eli neljässä vuodessa ei ole tapahtunut kasvua. Tämä johtunee taloudellisesta taantumasta. Sensijaan nykyiset lupamäärät ovat noin 2-kertaiset verrattuna vuoteen 1972.

Suoritettujen haastattelujen perusteella on arvioitu ylikorkeita kuljetuksia suoritettavan lupaa kohden seuraavasti:

-yli 6.0 m korkeat	1 kulj./ lupa
-5.6...6.0m korkeat	2 kulj./ lupa
-5.1...5.5m korkeat	4 kulj./ lupa
-4.6...5.0m korkeat	10 kulj./ lupa

Edellisissä on otettu huomioon, että kaikki kuljetukset eivät ole niin korkeita kuin lupa sallii ja, että kaikilla luvilla ei suoriteta kuljetuksia lainkaan.

Kuljetusten suorittajille osoitetusta kyselystä saatujen kuljetus- ja lupamäärien suhteiden ja toisaalta kuvan 15 tietojen perusteella on voitu määritellä keskimääräiset kertoimet kuljetusmäärien laskemiseksi, kun tunnetaan yli 4.5 m korkeiden kuljetusten lupamäärä N.

-tasolla yli 7.0 m	kuljetuksia = $0.01 \times N$
-tasolla 6.6...7.0 m	kuljetuksia = $0.01 \times N$
-tasolla 6.1...6.5 m	kuljetuksia = $0.02 \times N$
-tasolla 5.6...6.0 m	kuljetuksia = $0.1 \times N$
-tasolla 5.1...5.5 m	kuljetuksia = $0.7 \times N$
-tasolla 4.6...5.0 m	kuljetuksia = $7.4 \times N$

Lähtökohdaksi kuljetusmäärien laskennassa tieosittain on otettu 4.5 m korkeiden kuljetusten luvat sen vuoksi, että niitä on lukumääräisesti melko paljon. Tällöin voidaan olettaa vuosittaisten satunnaisvaihteluiden paremmin tasaantuvan kuin esim. yli 5.5m korkeille kuljetuksille myönnettyissä luvissa.

Eri tieosien on oletettu noudattavan samaa korkeusjakautumaa kuljetuksissa kuin koko maa keskimäärin.

4.3 Säästöt

Erikoiskuljetusten korkeusesteiden vähentämisestä muodostuu säästöjä monella eri tavalla. Laskelmissa on tarkasteltu vain ylikorkeille kuljetuksille tilapäisten poistotoimenpiteiden ja ajanhukan vähenemisestä kertyviä säästöjä. Laskentaperusteet ja laskentamenetelmä on esitetty kohdassa 4.1. Yhteenvetotaulukossa (liite 4) on esitetty ensimmäisen vuoden säästöt tieosittain, jos vapaa alikulkukorkeus nostetaan 6,5 m tasolle.

Säästöt 20 vuoden ajalta ovat ensimmäisen vuoden säästöön verrattuna 11,5-kertaiset, mikäli kuljetusten määrät pysyisivät vakiona ja 17,5-kertaiset, jos kuljetusten määrä kasvaa 5 % vuodessa.

Säästöjä syntyy lisäksi jo kuljetusten suunnitteluvaiheessa, jos tiedetään, että reitti on esteistä vapaa tietyn korkeuiselle kuljetukselle. Reittisuunnittelu helpottuu ja reitin tarkastus voidaan ehkä kokonaan jättää pois. Kuljetusta kohti nämä säästöt voivat monessa tapauksessa olla muutaman sadan markan luokkaa. Vaikka korkeusesteitä ei poistettaisikaan, jo tiedot reitillä olevista esteistä helpottavat kuljetuksen suunnittelua.

Nykyisessä tilanteessa vastoin ohjeita suoritettavat ylikorkeat kuljetukset toisinaan katkaisevat tai muuten vaurioittavat tien yläpuolella olevia johtoja. Mikäli johdot olisi pysyvästi nostettu korkeammalle, näitä vaurioita esiintyisi vähemmän. Koska ei tiedetä, mikä osa johdoille sattuneista vaurioista tai sähkö- ja puhelinliikenteen häiriöistä on ylikorkeitten kuljetusten aiheuttamia, ei mitään markkamääräisiä arvioita voida esittää näistä säästöistä.

Edellisiä suurempia, mutta vielä vaikeammin arvioitavissa olevia säästöjä saadaan tuotesuunnittelun kautta. Mikäli korkeampia kuljetuksia on mahdollista esteettömästi tai nykyistä helpommin kuljettaa tietyillä reiteillä, tuotteet voidaan valmistaa teollisuuslaitoksissa valmiiksi suurempaan kokoon. Tällöin usein säästyy mm. kalliita asennuskustannuksia tuotteen toimituspaikalla. Myös toimitusajat lyhenevät ja aikataulut pitävät varmemmin paikkansa.

4.4 Investointikustannukset

Investointikustannukset korkeusesteiden pysyvästä nostosta eri tavoitekorkeuksille on laskettu tutkitun tieverkon linkkiväleittäin. Siltä osin kuin reitteihin sisältyy kiertoteitä, on investointikustannuksiin laskettu kiertoteitten parantamisen kustannukset. Eräissä tapauksissa eri korkeustasoilla on käytettävä eri kiertoteitä, jolloin myös investointikustannukset on laskettu kussakin tapauksessa käytettävän kiertotien osalta. Investointikustannukset on esitetty kuvissa 16...19. Tavoitetasolle 6,5 m pysyvän noston investointikustannukset ovat myös yhteenvetotaulukossa (liite 4).

Investointikustannukset on laskettu 7,0 m tavoitekorkeudelle asti myös niillä tieosuuksilla, joilla sähkörautatien johdot tällä hetkellä ovat esteenä jo huomattavasti alempana. Näin on menetelty, koska on oletettu tulevaisuudessa löytyvän jokin ratkaisu, jolla sähköradan aiheuttama este voidaan poistaa. Tätä ratkaisua ei ole kuitenkaan tässä yhteydessä selvitetty eikä siten myöskään otettu huomioon sen kustannuksia laskelmissa.

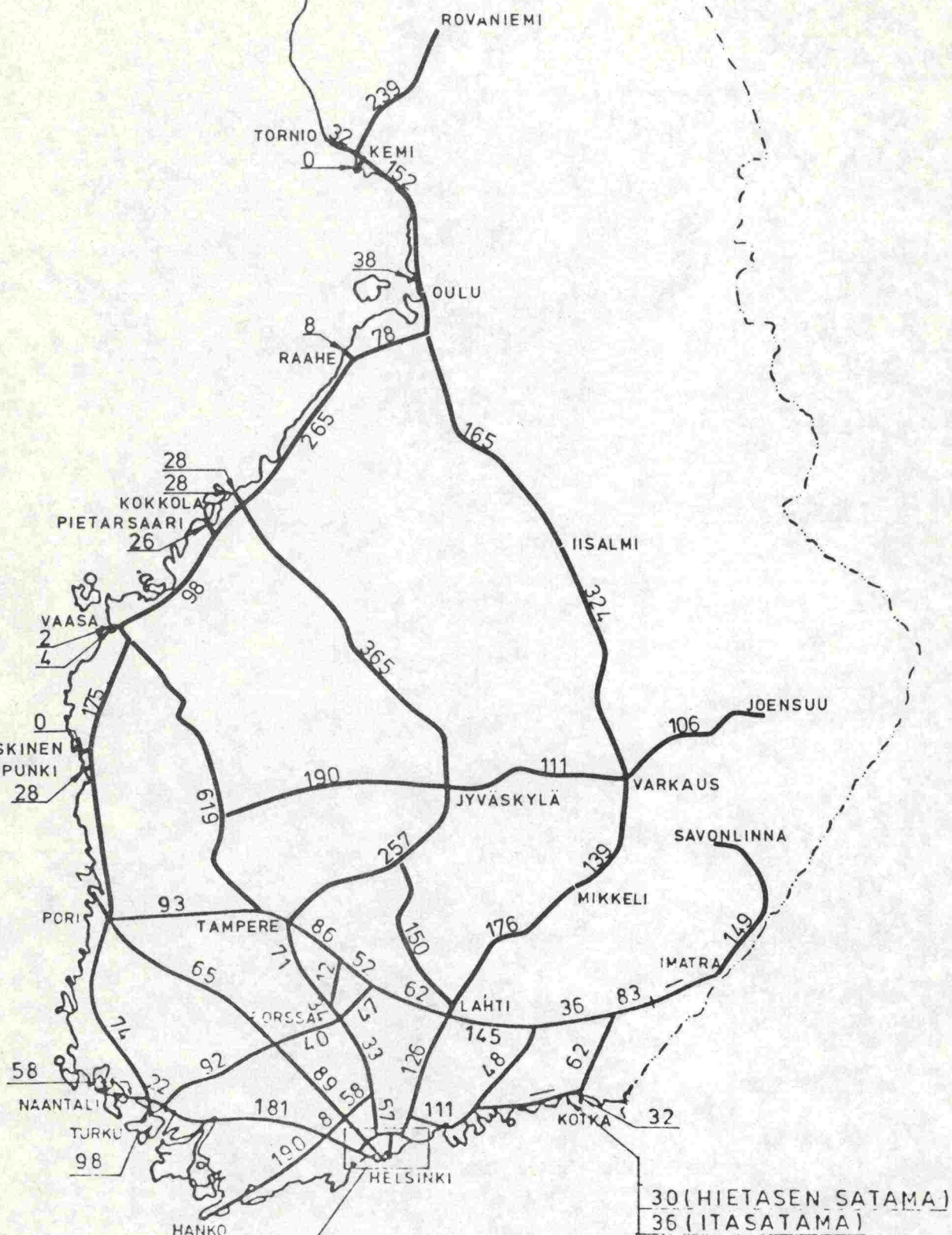
Koko tutkitun päätieverkon parantaminen vapaan alikulukorkeuden eri tavoitetasoille vaatisi investointikustannuksia seuraavasti:

5,5 m	2,9 milj.mk
6,0 m	6,7 "
6,5 m	11,1 "
7,0 m	14,9 "

Vapaan alikulukorkeuden tasolle 5,5 m investointikustannukset/100 km koko tutkitulla tieverkolla keskimäärin olisivat 62.000 mk. Suhteellisesti kalleimpia tieosuuksia olisivat tällöin yhteys Jorvaksentie - Leppävaara - Vihdintie (590.000 mk/100 km), eräät satamatiet (mm. Turku, Hamina), Kehä III (203.000 mk/100 km) ja Helsinki - Vihti (169.000 mk/100 km). Eräillä satamateilla on jo 5,5 m vapaa alikulukorkeus (Mäntyluoto, Kemi, Kaskinen), jolloin investointeja ei tarvita. Suhteellisilta investoinneiltaan muuten halvimpia tieosuuksia olisivat Hämeenlinna - Pälkäne (6.000 mk/100 km), Forssa - Hämeenlinna (7.000 mk/100 km), Kouvola - Luumäki (14.000 mk/100 km) ja Vaasa - Kokkola (15.000 mk/100 km).

Vapaan alikulukorkeuden tasolla 7,0 m investointikustannukset/100 km keskimäärin olisivat 317.000 mk eli viisinkertaiset 5,5 m tavoitetasoon verrattuna. Suhteellisesti kalleimmat tieosuudet ovat yleensä samat kuin 5,5 m tasollakin. Satamateita lukuunottamatta suurimmat investoinnit/100 km vaatisivat

- yhteys välillä Jorvaksentie -	
Leppävaara - Vihdintie	2.082.000 mk/100 km
- Kehä III	990.000 "

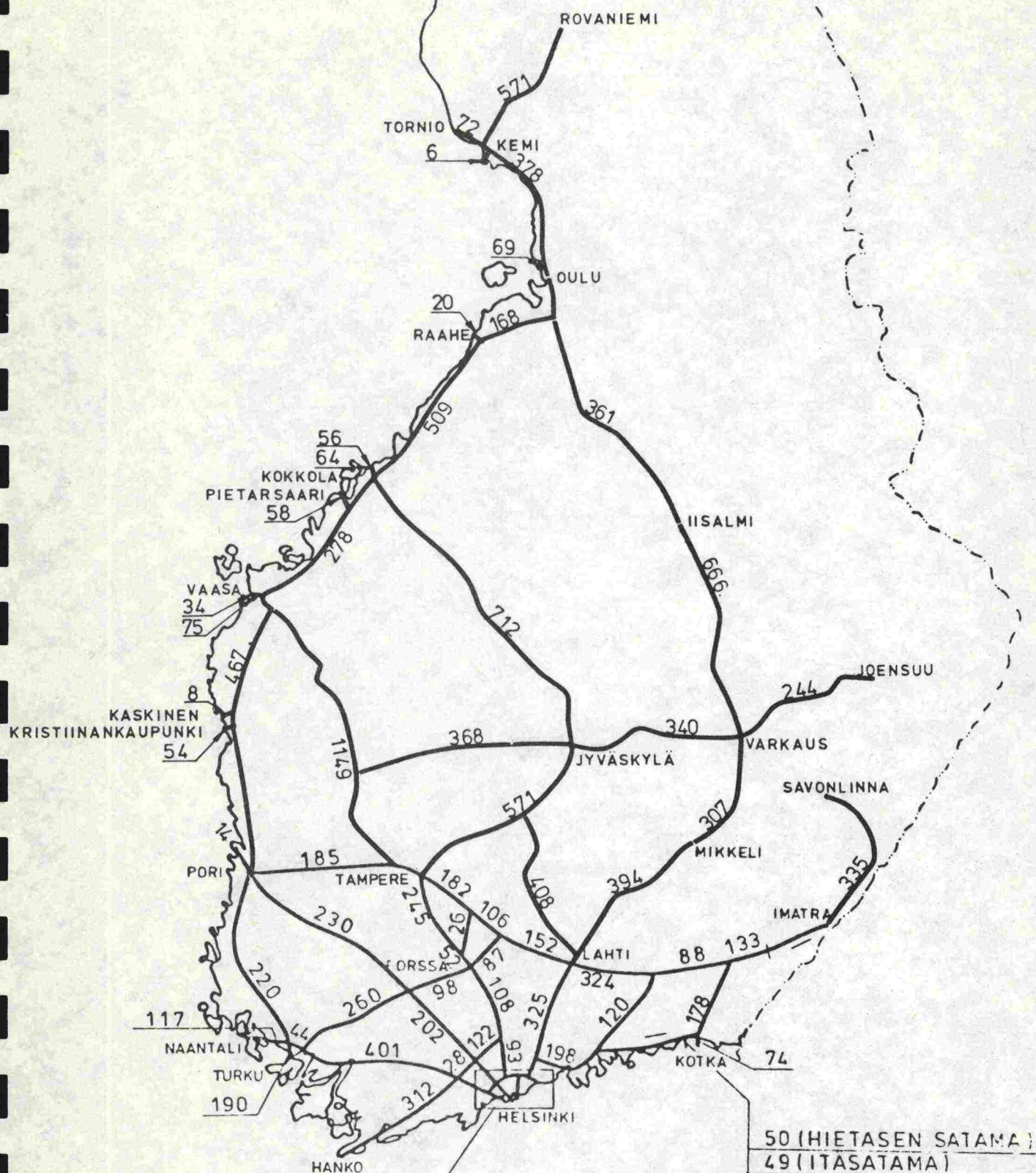


KUVA 17

INVESTOINTIKUSTANNUKSET

LINKKEITÄIN VAPAAN ALIKULKU-
KORKEUDEN TAVOITETASOLLA
6.0 m (1000 mk)

YHTEENSÄ 6.7 milj. mk



KUVA 19

INVESTOINTIKUSTANNUKSET

LINKÉITTÄIN VAPAAN ALIKULKU-
KORKEUDEN TAVOITETASOLLA
7,0 m (1000 mk)

YHTEENSÄ 14,9 milj. mk

-	Tuusulantie	657.000 mk/100 km
-	Kyminlinna - Kotka	550.000 "
-	Lahti - Jämsä	503.000 "
-	Helsinki - Vihti	489.000 "

Tiepituutta kohti halvimalla 7,0 m alikulkukorkeuteen voitaisiin (satamateitä lukuunottamatta) päästä tieosuuksilla

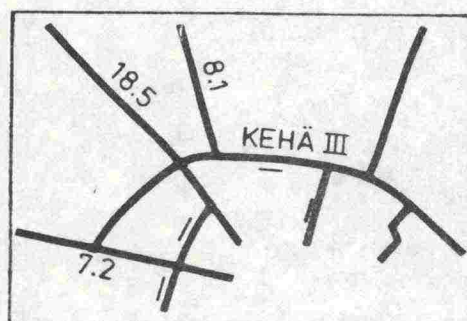
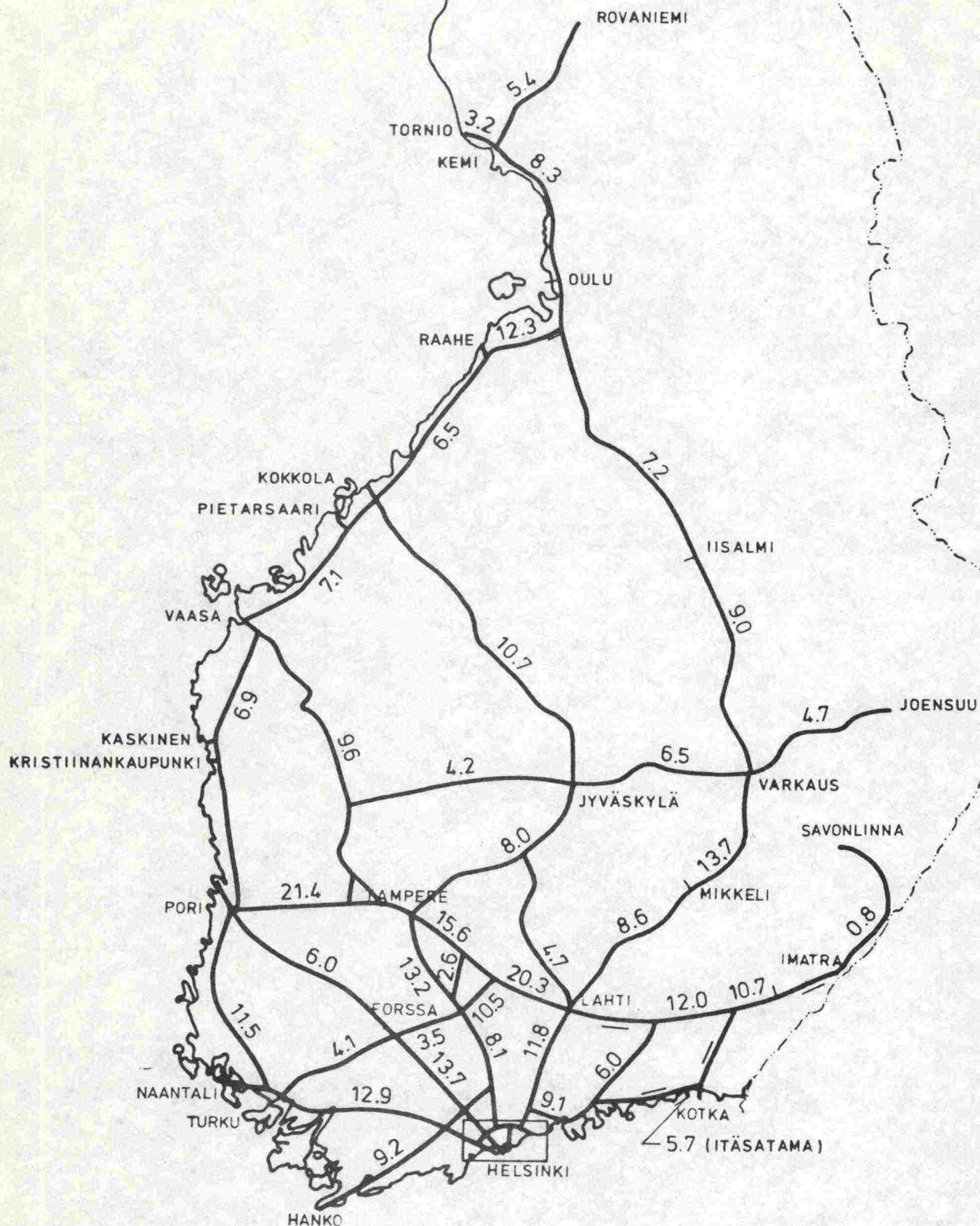
-	Hämeenlinna - Pälkäne	85.000 mk/100 km
-	Kouvola - Luumäki	153.000 "
-	Pori - Tampere	161.000 "
-	Raisio - Rauma - Pori	168.000 "
-	Forssa - Pori	168.000 "
-	Raahe - Oulu	174.000 "

4.5 Kustannusten ja säästöjen vertailu

Kustannuksia ja säästöjä on tieosuuksittain vertailtu laskemalla hyötysuhteet. Koska hyötysuhteet ovat teoreettisia eivätkä välttämättä sisällä kaikkia hyöty- ja kustannustekijöitä (ks. luku 5), niitä nimitetään vertailuluvuiksi. Vertailuluvut, investointikustannukset 6,5 m tavoitetasolla ja 1. vuoden säästöt 6,5 m tavoitetasolla on koottu yhteenvetotaulukkoon (liite 4). Taulukkoon on otettu kuljetusmäärien 5 % vuotuisen kasvun pohjalta lasketut vertailuluvut. Eräitten tieosien kohdalla on alemman tavoitetason investointikustannukset ja säästöt, jos tieosalla on 6,5 m alempana este, jota ei voida nostaa eikä kiertää. Vertailuluvut tieosittain 6,5 m tavoitetasolla on esitetty myös kuvassa 20.

Tulosten perusteella on laadittu taulukko 3, jossa tieosuudet on asetettu parantamisen tärkeysjärjestykseen 6,5 m tavoitetason vertailulukujen perusteella. Taulukossa on lisäksi vertailuluvut tavoitetason nostamiselle 6,5 m tasosta 7,0 m tasolle sekä vaaditut investoinnit 6,5 m ja 7,0 m vapaalle alikulkukorkeudelle. Taulukossa on omana ryhmänään ne tieosuudet, joilla ei pysyvän esteen (myös sähkörata) vuoksi ole voitu laskea vertailulukua 6,5 m tavoitetasoon asti. Erillisenä ryhmänä ovat myös ne tieosuudet, joille on laskettu vain investointikustannukset (satamatiet ja eräät Helsingin seudun tieosat).

Vertailuluvut ovat monilla tieosilla varsin korkeita, eräillä jopa yli 20. Alle 1 vertailuluku jää vain Imatra - Savonlinna reitillä.



KUVA 20

VERTAILULUVUT

TIEOSITTAIN VAPAAN ALIKULKU-
KORKEUDEN TAVOITETASOLLA 6.5 m
KULJETUSTEN VUOTUISEN LISÄ-
YKSEN OLLESSA 5 %

Taulukko 3: Tieosien tärkeysjärjestys 6,5 m vertailuluvun mukaan

Tieosuus	Vertailuluku 6,5 m tasolla	Investointi- kustannukset 6,5 m tasolla (1000 mk)	Vertailuluku 1) Δ6,5-7,0 m	Investointi- kustannukset 7,0 m tasolla (1000 mk)
Pori-Tampere	21,4	146	8,7	185
Tuulos-Lahti	20,3	104	6,9	152
Helsinki-Vihti	18,5	136	3,1	200
Tampere-Tuulos	15,6	224	5,9	288
Mikkeli-Varkaus	13,7	222	2,7	307
Vihti-Forssa	13,7	144	2,8	202
Hämeenlinna-Tampere	13,2	237	6,2	297
Lohja-Raisio	12,9	324	3,9	445
Raahe-Oulu	12,3	126	2,6	168
Kouvola-Luumäki	12,0	64	5,1	88
Helsinki-Lahti	11,8	339	4,6	325
Raisio-Rauma-Pori	11,5	148	3,7	220
Luumäki-Lappeenranta	10,7	102	3,1	133
Jyväskylä-Kokkola	10,7	556	3,3	712
Hämeenlinna-Tuulos	10,5	69	4,2	87
Tampere-Vaasa	9,6	933	2,4	1149
Hanko-Hyvinkää	9,2	380	3,6	462
Kerava-Porvoo-Koskenkylä	9,1	146	3,0	198
Varkaus-Iisalmi	9,0	531	2,4	666
Lahti-Mikkeli	8,6	292	2,3	394
Oulu-Kemi	8,3	264	1,8	378
Helsinki-Hämeenlinna	8,1	175	8,4	201
Tampere-Jyväskylä	8,0	399	1,8	571
Iisalmi-Liminka	7,2	249	1,1	361
Helsinki-Lohja	7,2	131	2,2	189
Vaasa-Kokkola	7,1	182	1,8	278
Pori-Vaasa	6,9	317	1,8	467
Kokkola-Raahe	6,5	388	1,4	509
Jyväskylä-Varkaus	6,5	224	1,2	340
Forssa-Pori	6,0	146	2,3	230
Koskenkylä-Kouvola	6,0	78	1,5	120
Kyminlinna-Kotka ⁴⁾	5,7	44	6,7	49
Kemi-Rovaniemi	5,4	411	1,2	571
Lahti-Jämsä	4,7	304	1,4	408
Varkaus-Joensuu	4,7	170	1,1	244
Parkano-Jyväskylä	4,2	280	1,1	368
Turku-Forssa	4,1	168	1,7	260
Forssa-Hämeenlinna	3,5	74	2,7	98
Kemi-Tornio	3,2	50	0,9	72
Hämeenlinna-Pälkäne	2,6	18	1,1	26
Imatra-Savonlinna	0,8	249	0,3	335
Tieosat, joilla kiinteä este 6,5 m alemmalla tasolla				
Lahti-Kouvola	20,6(6,0 m)	144(6,0 m)	-	324 ²⁾
Hamina-Luumäki	8,2(6,0 m)	62(6,0 m)	-	178 ²⁾
Koskenkylä-Hamina	6,1(5,5 m)	48(5,5 m)	-	
Lappeenranta-Imatra	5,4(5,5 m)	30(5,5 m)	-	84 ³⁾

1) Vertailuluku lisänostolle 6,5 m:stä 7,0 m:iin

2) Sähkörata olisi kuitenkin esteenä

3) Ei sisällä Kaukas Oy:n putkien nostokustannuksia

4) Reitti Itäsatamaan

Tieosuus	Vertailu- luku 6,5 m tasolla	Investointi- kustannukset 6,5 m tasolla (1000 mk)	Vertailu- luku △6,5-7,0 m	Investointi- kustannukset 7,0 m tasolla (1000 mk)
----------	---------------------------------------	--	---------------------------------	--

Tieosat, joille laskettu vain investointikustannukset

Jorvaksentie-Lep- pävaara yhteys	-	61	-	87
Kehä III	-	264	-	380
Leppävaara-Vih- dintie yhteys	-	114	-	167
Tuusulantie	-	69	-	71
Haminan satamatie	-	64	-	74
Pori-Mäntyluoto	-	4	-	14
Raisio-Naantali	-	96	-	117
Turun satamatie	-	152	-	190
Kemin satamatie	-	2	-	6
Oulun satamatie	-	63	-	69
Raahen satamatie	-	14	-	20
Kokkolan satamatie	-	40	-	56
Pietarsaaren sata- matie	-	44	-	58
Vaasan satamatie	-	10	-	34
Kaskisten sata- matie	-	6	-	8
Kristiinan sata- matie	-	44	-	54
Hietasen satamatie (Kotka)	-	40	-	50

5 SELVITYKSEN LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI

5.1 Estetiedot

Maastomittauksilla todettuja esteiden lukumääriä voidaan pitää luotettavina tukimusajankohdan tilanteessa. Sen jälkeen kuitenkin erilaisten toimenpiteiden vuoksi esteitä vähitellen poistuu ja toisaalta uusia tulee lisää. Estemäärissä tapahtuvien kokonaismuutosten voidaan katsoa olevan vähäisiä ja melko hitaita.

Estetyypit voidaan myös katsoa määritetyksi luotettavasti, kun mittaushenkilöstö oli ennakolta perehtynyt mm. eri johtotyyppeihin. Eräissä tapauksissa oli kuitenkin pieniä vaikeuksia erottaa toisistaan tietäntyyppisiä puhelin- ja sähkökaapeleita. Mahdollisesti tapahtuneilla pienehköillä sekaannuksilla ei ole kuitenkaan käytännön merkitystä esteiden poistamisen kannalta.

Esteiden korkeuden määrittämisessä aiheuttavat suurimman virhelähteen johtojen erilaiset riippumat vaihtelevissa lämpötiloissa ja kuormitustilanteissa. Mittaukset on kuitenkin laskennallisesti muunnettu samaa lämpötilaa vastaaviksi. Tässä korjauksessa ei kuitenkaan aina ole ollut riittävän tarkkaa tietoa riippuman suuruuteen vaikuttavasta jännevälisestä. Tapahtuneiden pienehköjen virheiden voidaan katsoa vaikuttavan satunnaisesti eri suuntiin. Itse mittauslaitteiden tarkkuus on todettu noin ± 10 cm:ksi tarkasteltavilla etäisyyksillä.

Korkeusmittauksissa esiintyneet virheet ovat sattumasta johtuvia, joten ne vaikuttavat vuoroin eri suuntiin. Keskimäärin inventoinnin tulosta voidaan pitää korkeusmittauksenkin osalta luotettavana, mutta yksittäistapauksissa saattaa esiintyä noin 20-30cm eroja lähinnä riippumasta johtuen. Suuressa joukossa tapahtuvalla satunnaisvaihtelulla ei ole kuitenkaan merkitystä esim. esteiden poistamiskustannusten määrittämisessä.

Kokonaaisuudessaan voidaan inventointitietoja pitää luotettavina.

5.2 Kuljetusmäärät

Ylikorkeiden kuljetusten määrän arvio perustuu vuoden 1976 kuljetuslupien määrään ja otantahaastattelusta saatuun tietoon kuljetusmäärien ja kuljetuslupien suhteesta.

Yleistettäessä vuoden 1976 tilanne saattaa syntyä hieman virhettä, kun eri vuosina kuljetusmäärät vaihtelevat esim. taloudellisten suhdanteiden mukaan. Sensijaan suurempi virhemahdollisuus sisältyy haastatteluaineistosta määritettyihin kuljetusmääräkertoimiin. Pienehköön aineistoon voi sisältyä vinoutumia.

Ylikorkeiden erikoiskuljetusten tarkkojen kulkureittien ja reittitarpeiden selvittäminen yksityiskohdissaan ei ollut mahdollista osittain johtuen puuttellisista lähtötiedoista (yleisluvat). Reittisijoittelu suoritettiin

vain päätieverkolle, kun alempiluokkaisen tieverkon mukaan-ottaminen olisi merkinnyt kohtuutonta työmäärää. Käytännössä kuitenkin näitäkin teitä käytetään ylikorkeiden kuljetusten suorittamiseen. Tästä aiheutuu paikallisia virheitä kuvassa 1 esitettyyn kujetusreittien jakautumaan.

Tiekohtaiset kujetusmäärät muuttuvat vuosittain tieverkossa tapahtuvien järjestelyjen vuoksi. Näiden vaikutuksesta erikoiskuljetuksia saattaa runsaastikin lisääntyä tai vähentyä jollakin tieosuudella. Vuoden 1976 tilanteessa ei esim. vt 23 ollut ylikorkeille kuljetuksille soveliaassa kunnossa välillä Pori- Jyväskylä, mutta sen jälkeen tilanne on muuttunut.

Kuljetusten korkeusjakautumat vaihtelevat käytännössä tieosittain, vaikka ne on tässä tutkimuksessa jouduttu oletamaan keskenään samanlaisiksi. Korkeusjakautumaan vaikuttavat mm. eri väylien varrella sijaitsevat tuotantolaitokset ja niiden valmisteiden laatu. Vuosittaisia vaihteluita aiheuttavat suuret työmaat, esim. vuonna 1976 Loviisan, Inkoon ja Olkiluodon voimalatyömaat.

Tieosittaisia kuljetusmäärätietoja voidaan pitää keskimäärin suuruusluokaltaan oikeina, mutta huomattaviakin paikallisia virheitä saattaa esiintyä edellämainituista syistä.

5.3 Esteiden poistamiskustannukset

Esteiden pysyvän noston tai poistamisen kustannukset on määritetty asiantuntijoiden haastattelujen pohjalta keskiarvoina. Tällöin ei yksittäistapausten ehkä huomatta-vaakaan vaikutusta ole voitu ottaa huomioon.

Maassamme ei ole toistaiseksi olemassa kokemuksia laajamittaisista korkeusesteiden poistamisoperaatioista. Täten ei ole tiedossa esim. sarjatyön, uusien apuvälineiden, erikoistyömenetelmien ja uusien teknisten ratkaisujen mahdollisesti kustannuksia alentava vaikutus.

5.4 Kuljetuksille aiheutuvat haitat

Korkeusesteiden tilapäiset nostot on oletettu suoritettaviksi pääasiassa laitteiden omistajien toimesta lupaehtojen mukaisesti. Tällöin yhdenkin kuljetuksen kanssa saattaa joutua tekemisiin ehkä kymmeniä henkilöitä eri laitoksista. Näin laskien kuljetusten suorittamiselle aiheutuu nykytilanteessa suuria haittakustannuksia esteistä. Käytännössä kuitenkin osa matalimmista esteistä alitetaan lupaehtojen vastaisesti esim. kuljetuksen päälle asetettujen liukuohjaimien avulla tai muutoin kuljetuksen suorittajan toimesta omavaltaisesti. Tällöin haittakustannukset muodostuvat jonkin verran pienemmiksi, ellei synny esim. vahingonkorvausvaateita rikkoutuneista johdoista.

5.5 Esteiden poistamisen kannattavuus

Kannattavuustarkastelu perustuu edellämainittuihin tekijöihin, joissa esiintyy lueteltuja virhemahdollisuuksia.

Kannattavuustarkastelun lopputulosta voidaan kuitenkin pitää luotettavana koko maan puitteissa, mutta paikallisista satunnaistekijöistä johtuen yksittäisten tieosuuksien kannattavuustarkasteluissa saattaa esiintyä virheellisyys.

Tutkimuksen kokonaistulosta voidaan pitää selvänä, koska saavutettavat hyödyt ovat moninkertaiset verrattuna esteiden poistokustannuksiin. Hyödyt ovat investointikustannuksia suuremmat 20 vuoden tarkastelujaksolla, vaikka kuljetusmäärät pysyisivät nykyisellään koko jakson ajan. Käytännössä esteiden poistamisen kannattavuus kasvaa voimakkaasti, kun jollekin esteistä vapaalle tieosuudelle siirtyy kuljetuksia muilta teiltä. Tällöin parannettu tieosuus voi palvella useamman rinnakkaisen väylän ylikorkeita kuljetuksia, jotka kaikki saavat hyötyvaikutuksen. Lisäksi parannetun väylän varrella elinkeinoelämä voi rationalisoida toimintaansa perustuen suurempien kappaleiden kuljetukseen.

6 SUOSITUS JATKOTOIMENPITEIKSI

Ehdotus parannettavaksi erikoiskuljetusverkoksi on laadittu tieosittaisen tärkeysjärjestyksen pohjalta. Samalla on kuitenkin pyritty muodostamaan tarkoituksenmukaisia reittikokonaisuuksia ja otettu huomioon eri tieosuuksien investointikustannukset. Verkko on jaettu kahteen toteutamisvaiheeseen ja nämä on esitetty kuvassa 21.

I vaiheeseen on otettu esim. Pori - Vaasa tieosuus tavaltaan Tampere - Vaasa reitin sijasta, vaikka viime-mainitulla onkin huomattavasti parempi vertailulukku. Pori - Vaasa reitin investointikustannukset ovat kuitenkin huomattavasti pienemmät ja näin saadaan myös länsirannikolle jatkuva reitti. Samoin on I vaiheeseen otettu esim. Hämeenlinna - Tuulos tieosa Hämeenlinna - Tampere tien sijasta. Monet tieosat ehdotetaan parannettavaksi 7,0 m vapaan alikulkukorkeuden tasolle asti vertailulukujen (6,5 → 7,0 m) perusteella.

Tutkittuja tieosia, joita ei ole esitetty ollenkaan parannettaviksi, ovat Savonlinna - Imatra ja Kehä III välillä Turuntie - Vihdintie. Kemi - Tornio reitti on otettu mukaan ohjelmaan lähinnä ulkomaan kuljetusten takia.

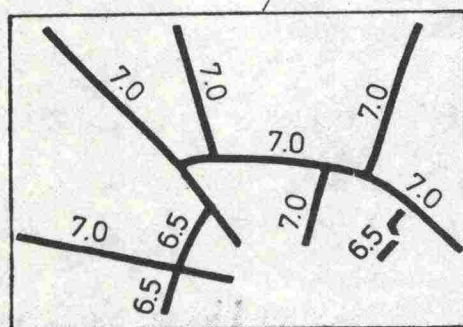
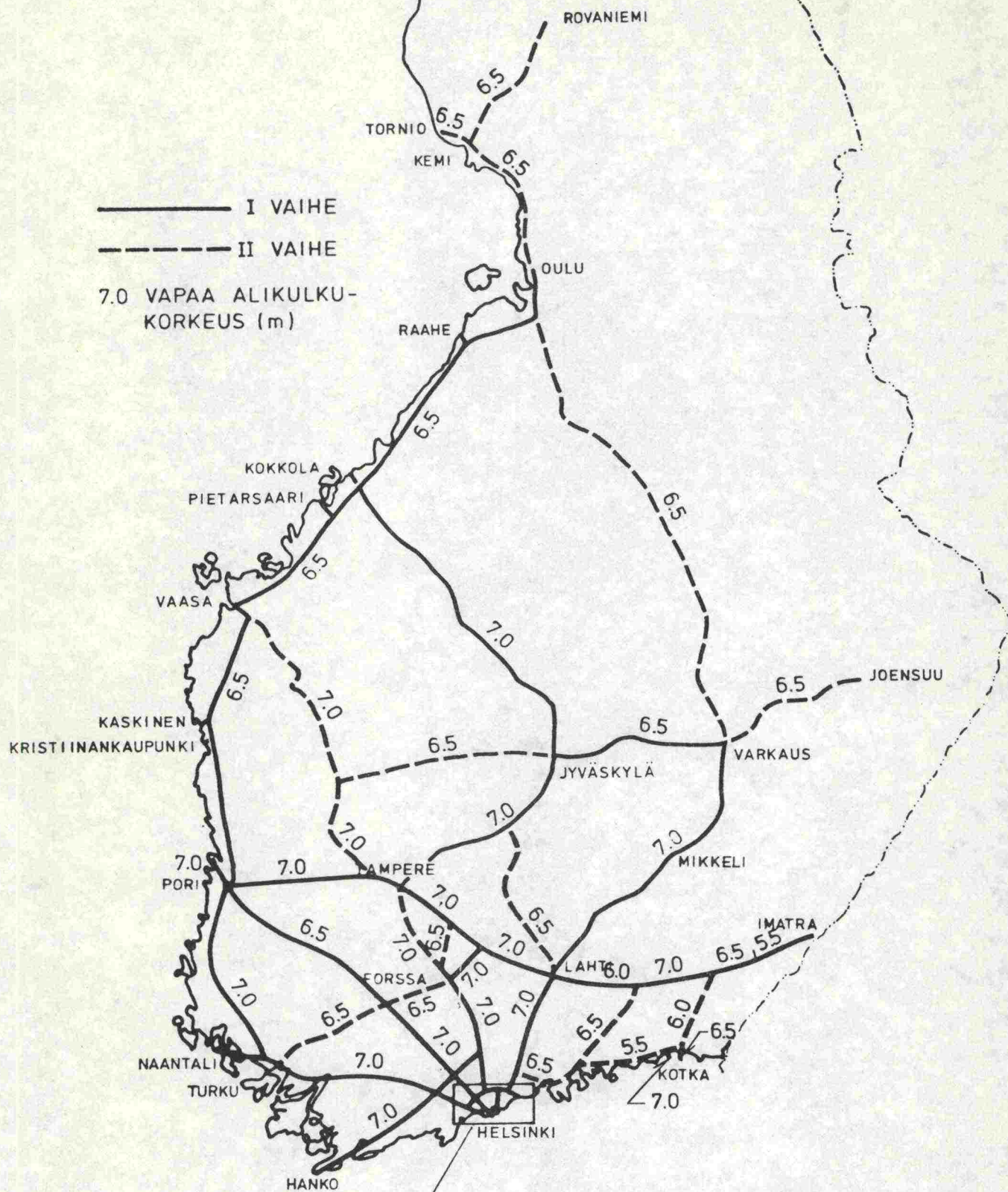
I vaiheen investointien kustannusarvio on yhteensä noin 7,4 milj.mrk ja II vaiheen noin 4,8 milj.mrk. Koko ehdotettu toteuttamisohjelma maksaisi siten noin 12 milj.mrk. Toteuttamisvaiheisiin sisältyvät tieosat, vapaa alikulkukorkeus ja kustannusarviot on lueteltu seuraavassa taulukossa.

Taulukko 4

Erikoiskuljetusverkon toteuttamisohjelma I vaihe

Tieosuus	Vapaa alikulku korkeus (m)	Kustannusarvio (1000 mrk)
Tampere-Pori-Mäntyluoto	7,0	199
Tampere-Tuulos-Lahti	7,0	440
Lahti-Kouvola ¹⁾	6,0	144
Kouvola-Luumäki	7,0	88
Luumäki-Lappeenranta	6,5	102
Lappeenranta-Imatra	5,5	30
Helsinki-Vihti-Forssa	7,0	402

1) Sähköradan johdot esteenä (jännite katkaistava VR:n toimesta)



KUVA 21

EHDOTUS
PARANNETTAVAKSI
ERIKOISKULJETUS-
VERKOKSI

Tieosuus	Vapaa alikulku- korkeus (m)	Kustannusarvio (1000 mk)
Forssa - Pori	6,5	146
Lahti-Mikkeli-Varkaus ¹⁾	7,0	701
Helsinki-Lohja-Raisio	7,0	634
Vaasa-Kokkola-Raahe- Oulu	6,5	696
Vaasan, Pietarsaaren, Raahen ja Oulun satamatiet	6,5	131
Helsinki-Lahti	7,0	325
Raisio-Rauma-Pori	7,0	220
Jyväskylä-Kokkola	7,0	712
Hämeenlinna-Tuulos	7,0	87
Pori-Vaasa	6,5	317
Hanko-Hyvinkää	7,0	462
Kehä III (Vihdintie- Porvoontie)	7,0	185
Jorvaksentie-Leppäva- ra-Vihdintie	6,5	175
Tuusulantie	7,0	71
Helsinki-Hämeenlinna	7,0	201
Tampere-Jyväskylä	7,0	571
Jyväskylä-Varkaus	6,5	224
Raisio-Naantali	7,0	117
Kaskisten satamatie	7,0	8

I vaihe, investoinnit yhteensä

7,388 milj.mk

II vaihe

Kemi - Tornio	6,5	50
Kemi-Rovaniemi	6,5	411
Oulu-Kemi	6,5	264
Varkaus-Iisalmi-Liminka	6,5	780
Varkaus-Joensuu	6,5	170
Tampere-Vaasa	7,0	1149
Parkano-Jyväskylä	6,5	280
Lahti-Jämsä	6,5	304
Hämeenlinna-Tampere	7,0	297
Hämeenlinna-Pälkäne	6,5	18
Turku-Forssa-Hämeenlinna	6,5	242
Turun satamatie	6,5	152
Kehä III-Kontulantie	6,5	114
Kerava-Porvoo-Kouvola	6,5	224
Koskenkylä-Hamina	5,5	48
Hamina-Luumäki	6,0	62
Kyminlinna-Kotka ²⁾	7,0	99
Haminan satamatie	6,5	64
Kristiinan satamatie	7,0	54
Kokkolan satamatie	6,5	40

II vaihe, investoinnit yhteensä

4,822 milj.mk

1) Mikkeliissä esteenä sähköradan johdot; lähitulevaisuudessa jär-
jestynee kuitenkin kiertotie

2) Sisältää reitit Itäsatamaan ja Hietaseen

Jatkotoimenpiteenä suositellaan inventoitavaksi ne erikoiskuljetusten kannalta tärkeät tieosuudet, jotka ovat jääneet tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Rinnakkaisilta väyliltä saattaa myös löytyä esteiden puolesta edullisempia reittejä.

Korkeusesteiden poisto-operaatiot suositellaan tehtäväksi suurina kokonaisuuksina tieosittain. Toimenpiteet tulee suunnitella yhteistoimin eri laitosten kesken ja koordinoida huolellisesti. Erityistä huomiota tulee kiinnittää työtapojen ja apuvälineiden kehittämiseen. Edullisimpaan tulokseen päästäisiin, jos toimenpiteet suoritetaan koko maassa työhön erikoistuneiden työ kuntien toimesta.

Pikaisesti tulisi laatia määräykset, joilla edellytettäisiin uudet johdot ja laitteet sijoitettavaksi valtakunnallisesti tärkeillä väylillä niin korkealle, että vapaaksi alikulkukorkeudeksi jää 6.5...7.0 m. Avojohtoissa tulee tällöin lisäksi turvaetäisyys.

Uusissa tie- ja siltajärjestelyissä tulisi pyrkiä ottamaan huomioon ylikorkeiden kuljetusten erikoisvaatimukset esim. vertailtaessa keskenään yli- ja alikulkuvaihtoehtoja. Tien kulkiessa sähköistetyt radan poikki, tulisi aina mahdollisuuksien mukaan johtaa tie radan yli sillalla. Mikäli siltaa ei voida rakentaa, tulisi selvittää yhteistoimin VR:n kanssa niitä teknisiä ratkaisuja, joilla voidaan helpottaa korkean esineen liikkumista radan poikki tietyissä pisteissä.

Kuljetusten suorittajien ja tuotantolaitosten kannalta olisi tärkeätä, että tiedotustoimintaa vapaista alikulkukorkeuksista ja käytettävistä kiertoteistä lisättäisiin. Tämä helpottaisi tuotesuunnittelua ja kuljetusten valmistelua. Voitaisiin harkita esim. vuosittain uudistettavien karttojen julkaisemista piireittäin. Tietojen ajan tasalla pitämiseksi tarvitaan ajoittaisia tarkistusmittauksia maastossa. Tähän voitaisiin kehittää jokin yksinkertainen ja nopea menetelmä.

LIITELUETTELO

- Liite 1 Esimerkkejä riippumaeroista verrattuna riippumaan
- 20°C lämpötilassa
- Liite 2 Inventointitietojen yhteenvetolomakemalli
- Liite 3 Yhteenveto korkeusesteistä tieosittain
- Liite 4 Esteiden poiston vertailuluvut (teoreettiset hyöty-
suhteet), 6,5 m vapaan korkeuden investointikustan-
nukset ja 1. vuoden säästöt
- Liite 5 Inventointilomake

ESIMERKKEJÄ RIIPPUMAEROISTA VERRATTUNA RIIPPUMAAN -20°C:n LÄMPÖ-
TILASSA

Johdin	Jänne m	Lämpötila °C						
		-20 °C	-10 °C	±0 °C	+10 °C	+20 °C	+30 °C	+40 °C
		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
21/4 Al/Fe	40	0	1	3	5	9	15	23
	50	0	3	5	9	15	23	32
	60	0	3	7	12	20	30	42
	70	0	4	10	17	26	39	52
	80	0	6	13	22	34	47	62
132 Al	40	0	1	2	4	6	10	15
	50	0	2	4	7	10	16	23
	60	0	2	5	9	15	22	32
	70	0	2	7	13	20	30	42
	80	0	5	11	18	28	40	54
	90	0	6	14	24	35	50	66
	100	0	8	18	30	44	61	79
	110	0	9	21	35	52	71	91
	120	0	12	27	43	62	83	104
	130	0	14	31	50	71	93	116
	140	0	17	36	58	81	104	128
AMKA 1×16+25	20	0	0	1	1	2	4	6
	30	0	0	2	3	5	8	13
	40	0	1	4	6	10	15	22
	50	0	3	6	10	16	23	31
	60	0	4	9	15	23	32	42
	70	0	6	12	21	30	42	54
	80	0	8	16	26	38	51	65
AMKA 3×120+95	90	0	9	20	32	46	61	76
	20	0	1	3	4	7	10	13
	30	0	3	6	10	15	19	25
	40	0	5	11	17	23	29	36
	50	0	7	14	21	29	36	43
	60	0	8	17	25	33	41	48
	70	0	9	18	26	35	43	52
	80	0	10	19	28	37	45	54
	90	0	9	19	28	37	46	55
	100	0	9	19	28	38	47	55
SAMKA 3×120	20	0	1	2	4	5	7	9
	30	0	2	4	6	9	12	14
	40	0	3	6	9	12	16	19
	50	0	4	8	12	16	20	23
	60	0	5	9	13	18	22	26
	70	0	5	9	14	19	23	28
	80	0	5	10	15	20	24	29
	90	0	5	10	15	20	25	30
	100	0	5	11	16	21	26	32

YHTEENVETO KORKEUSESTEISTÄ

TIEOSUUS : KESKI- JA POHJOIS-SUOMI





2800 km

ESTE kv ALI- KULKU- KORKEUS		HUOMIOONOTETTU SUOJAETÄISYYS						RIIPPUJOHDOT		PUHELINJOHDOT		HARUK-	PORTTAALIT				SILLAT	MUUT	YHT. KPL			
		0.5	1.0	1.0	1.2	2.0	3.5															
		SÄHKÖJOHDOT : AVOJOHDOT																				
		< 0.5	0.5 - 20	30 - 45	110	220	400	< 0.5	0.5 - 20	AVOJ.	KAAP.	SET	□	Γ	⌋	⌋						
< 4.6		2						1			3	1					1		8			
4.6 - 4.8								1		1	22	2		1	1		1		29			
4.9 - 5.0		2	3					3		6	70	2		2	1				89			
5.1 - 5.2		3	2					3		11	139	8	4	1	5				176			
5.3 - 5.4		9	1					11		32	211	19	11	2	13		1		310			
5.5 - 5.6		16	1					12		16	250	29	13	4	13	1			355			
5.7 - 5.8		12	2					16		36	308	45	14	9	18	2	1		463			
5.9 - 6.0		11	8	1				34		29	363	55	20	7	15	7	1	2	553			
6.1 - 6.2		17	8					51		26	285	63	15	12	18	1	2		498			
6.3 - 6.4		16	14	2				73		24	275	62	14	9	22	1	1		513			
6.5 - 6.6		26	29					67		18	257	62	9		7				475			
6.7 - 6.8		28	26	1				116	1	14	225	60	4	1	5				481			
6.9 - 7.0		34	31	2				113		12	174	54	1		2		1		424			
7.1 - 7.2		22	55	2	1			147		16	138	36	1						418			
7.3 - 7.4		30	46	2				143	1	8	127	52		1					410			
7.5 - 7.6		37	50					133		12	82	44							358			
7.7 - 7.8		41	59	1	1			152	1	9	62	48							374			
7.9 - 8.0		29	59					136		9	31	34							228			
8.1 - 8.2		28	56	1	4			122		6	29	24							270			
8.3 - 8.4		36	68	1	3	1		111	2	3	12	16							253			
8.5 - 8.6		24	71	2	1			70		7	10	10							195			
8.7 - 8.8		31	63	3	4	1		84		2	8	15							211			
8.9 - 9.0		17	76	4				76			10	9							192			
9.1 - 9.2		21	58	6	1		1	72	1	4	9	9							182			
9.3 - 9.4		22	65	1	3	2		66		1	3	4							167			
9.5 - 9.6		15	55		9			68		2	1	5							155			
9.7 - 9.8		15	36	1	3	1		52		2	5	3							118			
9.9 - 10.0		11	35	2	3			33	1	2	5	3							95			
10.1 - 10.2		4	36	2	3	1		30	1	1	2	3							83			
10.3 - 10.4		4	35		3			32		1	2	3							80			
≥ 10.5		101	115	9	98	31	5	98	2	1	5	16					1		432			
YHTEENSÄ		664	1163	43	137	37	6	2126	10	311	3123	796	106	49	120	12	6	6	8715			

YHTEENVETO KORKEUSESTEISTA
KAIKKI ESTEET TIEOSITTAIN

		Huomioitottu suojaetäisyys																									
		0,5	1,0	1,0	1,2	2,0	3,5																				
Tieosa		Este kV		Sähköjohdot:Avojohtot						Riippujohdot		Puhelinjohd.		Haruk-		Portaalit				Sillat		Muut		Yht. kpl			
				<0.5	0.5-20	30-45	110	220	400	<0.5	0.5-20	Avoj.	Kaap.	set	□	□	□	□									

YHTEENVETO KORKEUSESTEISTÄ
KAIKKI ESTEET TIEOSITTAIN.

		Huomioonotettu suojaetäisyys																	
		0,5	1,0	1,0	1,2	2,0	3,5												
Tieosa	Este kv	Sähköjohdot:Avojohtot						Riippujohdot		Puhelinjohd.		Haruk- set	Portaalit				Sillat	Muut	Yht. kpl
		< 0.5	0.5-20	30-45	110	220	400	<0.5	0.5-20	Avoj.	Kaap.								
Kehä III		6	60		8	2		227	1	1	138	59	2	1	18	15	14		552
Tuusulantie		1	15		1	1		21			7	8	2	3		3	2		64
Jorv.t.-Leppäv.-Mt 120		2	12			1		100			27	26	6	2	1	17			194
Lahti-Mikkeli		38	60		4			142	1	8	172	23	8	2	17	2	1		478
Mikkeli-Varkaus		14	39		4		1	50		10	100	60	6	2	2				288
Varkaus-Iisalmi		85	93	10	19	3	1	83		8	198	107	19	4	1	1	1		633
Iisalmi-Liminka		36	56	1	3	4	1	83		5	137	30	1		2				359
Pori-Vaasa		32	60	1	7	2		152		7	194	62	1	2	3		2		525
Vaasa-Kokkola		11	41	3	6	3		97		12	101	38		2	1	2			317
Kokkola-Raahe		30	44		2			110		2	168	24	9						389
Raahe-Oulu		11	22		6			51	1	13	56	6		2	2				170
Oulu-Kemi		22	49		9			118		4	147	24	3	3	18				397
Kemi-Tornio		8	12	1	5			29			26	5			6		2		94
Tampere-Jyväskylä		35	87		10	3		127	1	12	173	52	14	5	24		1		544
Jyväskylä-Varkaus		35	75	2	3	2	2	74	2	14	107	13	8	9	1				347
Varkaus-Joensuu		54	36	2	14			46		11	121	25	3	6					318
Tampere-Vaasa		64	102	1	10	3		199		118	336	69	1	4	3				910
Lahti-Jämsä		22	63		4			95	2	13	140	64			6				409
Jyväskylä-Kokkola		63	92	6	5	5		130	2	11	249	71	22						656
Kemi-Rovaniemi		31	50	3	2	6	1	145		4	297	38	1	1	1				580
Imatra-Savonlinna		25	63	5	4			95		9	150	26	2		6				385
Parkano-Jyväskylä		25	60	3	4	3		39		37	102	3	3		9		1		339
Satamareitit		23	59	5	16	3		211	1	13	149	56	5	7	18	7	4		577
Etelä-Suomi		237	1091	16	131	56	13	2093	6	163	2274	689	67	49	111	181	45	11	7238
Muu Suomi		664	1163	43	137	37	6	2126	10	311	3123	796	106	49	120	12	6	6	8715
Kaikki yhteensä		901	2254	59	268	93	24	4219	16	474	5397	1485	173	98	231	193	51	17	15953

ESTEIDEN POISTON VERTAILULUVUT (TEOREETTISET HYÖTYSUHTEET)

6,5 m VAPAAKORKEUDEN INVESTOINTIKUSTANNUKSET JA 1. VUODEN SÄÄSTÖT

Tieosuudet	Tie n:o	Vertailuluvut, kun kuljetusmäärät kasvavat 5 %/v.							Inv. kust. 6,5 m 1000 mk	Säästö 1. vuonna 6,5 m 1000 mk
		5,5 m	1) Δ6,0	6,0 m	1) Δ6,5	6,5 m	1) Δ7,0	7,0 m		
Luumäki - Lappeenranta	6	13,4	9,3	11,5	6,9	10,7	3,1	9,0	102	64
Lappeenranta - Imatra	6	5,4	-	-	-	-	-	-	30	10 (5,5 m)
Kouvola - Luumäki	6	48,4	9,4	17,9	5,6	12,0	5,1	10,5	64	47
Lahti - Kouvola	12	27,7	13,1	20,6	-	-	-	-	144 (6,0 m)	172 (6,0 m)
Tuulos - Lahti	12	40,2	19,2	28,6	8,2	20,3	6,9	16,0	104	122
Tampere - Tuulos	12	41,6	11,9	22,2	5,0	15,6	5,9	13,5	224	203
Pori - Tampere	11	36,5	23,5	29,5	7,2	21,4	8,7	18,8	146	181
Pori - Mäntyluoto	265	-	-	-	-	-	-	-	4	-
Hamina - Luumäki	61	22,4	5,5	8,2	-	-	-	-	62 (6,0 m)	29 (6,0 m)
Haminan satamatie		-	-	-	-	-	-	-	64	-
Koskenkylä - Hamina	7	6,1	-	-	-	-	-	-	48 (5,5 m)	26 (5,5 m)
Kyminlinna - Kotka	15	10,4	3,7	5,8	5,0	5,7	6,7	5,8	44	15
Koskenkylä - Kouvola	6	15,8	5,0	8,2	2,6	6,0	1,5	4,4	78	27
Kerava - Porvoo - Kosken- kylä	148,7	9,5	13,1	10,7	4,3	9,1	3,0	7,5	146	77
Helsinki - Lahti	4,5	32,5	10,4	18,0	4,7	11,8	4,6	9,9	239	163

Tieosuudet	Tie n:o	Vertailuluvut, kun kuljetusmäärät kasvavat 5 %/v							Inv. kust. 6,5 m 1000 mk	Säästö 1. vuonna 6,5 m 1000 mk
		5,5 m	1) △6,0	6,0 m	1) △6,5	6,5 m	1) △7,0	7,0 m		
Helsinki - Hämeenlinna	3	13,3	12,4	12,9	3,0	8,1	8,4	8,2	175	82
Hämeenlinna - Tampere	3	42,4	14,4	25,6	3,3	13,2	6,2	11,8	237	181
Hämeenlinna - Pälkäne	305	8,5	1,9	3,0	1,8	2,6	1,1	2,1	18	3
Helsinki - Vihti	120	22,4	17,8	20,6	9,7	18,5	3,1	13,6	136	146
Vihti - Forssa	120, 2	20,3	19,6	20,1	3,4	13,7	2,8	10,6	144	114
Forssa - Pori	2	14,9	8,4	10,9	2,1	6,0	2,3	4,6	146	51
Helsinki - Lohja	118	16,7	7,8	12,5	1,8	7,2	2,2	6,0	131	55
Lohja - Raisio	1	26,6	11,1	17,9	4,6	12,9	3,9	10,5	324	243
Raisio - Naantali	189	-	-	-	-	-	-	-	96	-
Turun satamatie		-	-	-	-	-	-	-	152	-
Hanko - Hyvinkää	53	16,5	7,8	11,9	3,4	9,2	3,6	8,2	380	201
Turku - Forssa	10	13,7	3,5	6,2	1,5	4,1	1,7	3,2	168	40
Forssa - Hämeenlinna	10	17,5	3,1	4,6	2,3	3,5	2,7	3,3	74	15
Hämeenlinna - Tuulos	10	32,5	6,5	13,2	4,7	10,5	4,2	9,2	69	42
Raisio - Rauma - Pori	8	35,4	10,3	17,8	5,2	11,5	3,7	8,9	148	98
Kehä III	50	-	-	-	-	-	-	-	264	-
Tuusulantie	137	-	-	-	-	-	-	-	69	-
Jorvanksentie - Leppä- vaara		-	-	-	-	-	-	-	61	-
Leppävaara - Vihdintie		-	-	-	-	-	-	-	114	-

1) △ = tavoitekorkeuden puolen metrin noston vertailulukku

Tieosuudet	Tie n:o	Vertailuluvut, kun kuljetusmäärät kasvavat 5 %/vuosi							Inv.kust. 6,5 m kork. 1000 mk	Säästö 1. vuonna 6,5 m kork. 1000 mk
		5,5 m	△	6,0 m	△	6,5 m	△	7,0 m		
Lahti - Mikkeli	5	27,5	5,1	12,4	2,9	8,6	2,3	6,9	292	145
Mikkeli - Varkaus	5	45,3	8,5	19,6	4,1	13,7	2,7	10,7	222	177
Varkaus - Iisalmi	5	23,7	5,9	13,1	2,7	9,1	2,4	7,7	531	277
Iisalmi - Liminka	19, 4	14,6	4,7	10,0	2,0	7,2	1,1	5,3	249	103
Pori - Vaasa	8	29,7	5,6	10,9	2,2	6,9	1,8	5,3	317	128
Vaasa - Kokkola	8	32,9	5,9	10,9	2,7	7,1	1,8	5,3	182	75
Kokkola - Raahе	8	14,9	3,9	8,6	2,0	6,5	1,4	5,3	388	147
Raahе - Oulu	8, 4	32,5	7,9	18,0	3,3	12,4	2,6	10,0	126	90
Oulu - Kemi	4	26,1	5,4	12,7	2,1	8,3	1,8	6,3	264	126
Kemi - Tornio	4	10,9	3,6	6,3	1,8	3,2	0,9	3,5	50	13
Tampere - Jyväskylä	9	23,1	5,0	10,9	2,7	8,0	1,8	6,2	399	184
Jyväskylä - Varkaus	23	19,5	6,0	11,9	1,7	6,5	1,2	4,7	224	84
Varkaus - Joensuu	23	15,1	3,0	6,3	1,7	4,7	1,1	3,5	170	46
Tampere - Vaasa	3	21,0	6,3	13,6	2,0	9,7	2,4	8,3	933	521
Lahti - Jämsä	4	18,0	3,8	8,3	1,2	4,7	1,4	3,9	304	83
Jyväskylä - Kokkola	13, 4	30,5	5,8	14,9	2,6	10,7	3,3	8,9	556	344
Kemi - Rovaniemi	4	16,2	3,8	8,3	1,5	5,4	1,2	4,2	411	130
Imatra - Savonlinna	14, 6	2,4	0,5	1,2	0,3	0,8	0,3	0,6	249	11
Parkano - Jyväskylä	23	7,7	3,0	5,6	1,2	4,2	1,1	3,5	280	68

[illegible]

ISBN-951-46-3551-5